



N<sup>o</sup> 1880

24241/R



Digitized by the Internet Archive  
in 2016 with funding from  
Wellcome Library

[https://archive.org/details/b28769843\\_0001](https://archive.org/details/b28769843_0001)





I D É E S

S U R L A

MÉTÉOROLOGIE.

THE BOSTONIAN

## I D É E S

SUR LA

## MÉTÉOROLOGIE,

P A R

J. A. D E L U C,

*Lecteur de LA REINE,*

*Des Sociétés Royales de LONDRES & de DUBLIN, de  
l'Ac. des Sc. de SIENNE, & Corr. des Ac. des Sc. de  
PARIS, de MONTPELLIER & de ROTTERDAM.*

---

T O M E P R E M I E R.

---

A L O N D R E S :

*De l'Imprimerie de T. Spilbury, Snow-hill.*

S E V E N D

Chez P. ELMSLY, Libraire, au Strand, à Londres ;

Et chez la Veuve DUCHESNE, Libraire, Rue St. Jacques, à Paris.

M.DCC.XXVII.



---

# T A B L E.

|  |        |
|--|--------|
| MOTIFS de cet Ouvrage . . .                    | Page 1 |
| Définitions & Propositions préliminaires . . . | 9      |

## P A R T I E I.

De l'EVAPORATION DE L'EAU, et de ses  
premières Suites.

### C H A P. I.

|  |         |
|--|---------|
| <i>De la Cause de l'EVAPORATION, &amp; des</i><br>VAPEURS AQUEUSES . . . | Page 13 |
|--|---------|

### C H A P. II.

|                                  |    |
|----------------------------------|----|
| <i>De l'HYGROLOGIE</i> . . . . . | 30 |
|----------------------------------|----|

### C H A P. III.

|                                   |    |
|-----------------------------------|----|
| <i>De l'HYGROMÉTRIE</i> . . . . . | 35 |
|-----------------------------------|----|

## P A R T I E II.

Des VAPEURS, considérées comme une  
Classe de FLUIDES EXPANSIBLES.

### C H A P. I.

|  |         |
|--|---------|
| <i>Caractère distinctif des VAPEURS, com-</i><br><i>parativement aux FLUIDES AËRI-</i><br>FORMES . . . . . | Page 91 |
|--|---------|

## C H A P. II.

## Du FEU.

Page

|  |     |
|--|-----|
| Scct. I. <i>Des Substances qui ne sont connues que par les Phénomènes qu'elles produisent . . . . .</i>  | 103 |
| II. <i>De la nature du Feu . . . . .</i>   | 109 |
| III. <i>Des Phénomènes de la Chaleur, &amp; premièrement de ceux qui résultent des différences de Capacité des Substances ; avec quelques détails sur le Feu . . . . .</i> | 130 |
| IV. <i>Des Phénomènes de Chaleur qui accompagnent la Combustion . . . . .</i>  | 155 |
| V. <i>Des Phénomènes de Chaleur relatifs à la Liquéfaction . . . . .</i>   | 173 |
| VI. <i>Des Phénomènes de Chaleur qui procèdent des Fluides atmosphériques grossiers . . . . .</i>  | 213 |

## C H A P. III.

## Du FLUIDE ÉLECTRIQUE.

|   |     |
|---|-----|
| Scct. I. <i>Des analogies et différences du Fluide électrique avec les Vapeurs aqueuses . . . . .</i> | 232 |
|---|-----|



|   |     |
|---|-----|
| Sect. II. <i>Des Substances conductrices &amp; non-conductrices, de l'Excitation, &amp; des Propriétés distinctives de la Matière électrique &amp; de son fluide déferent</i> . . . . . | 239 |
| III. <i>Des Phénomènes de la Bouteille de Leyde, ou du Tableau magique</i>  | 249 |
| IV. <i>De l'Électrophore, &amp; du Condensateur d'Électricité</i> . . . . .   | 266 |
| V. <i>Des Influences électriques en général</i> . . . . .   | 291 |
| VI. <i>Des Effets de l'Air dans les Influences électriques. Parallèle de quelques Modifications du Fluide électrique avec les Modifications analogues du Feu</i> . . . . .              | 320 |
| VII. <i>Des Mouvemens électriques</i> . . . . .   | 328 |
| VIII. <i>De l'Électromètre</i> . . . . .  | 375 |
| IX. <i>Description d'un Électromètre</i> . . . . .  | 384 |
| X. <i>De quelques Appareils électriques</i> . . . . .   | 420 |
| XI. <i>Expériences électriques projetées</i> . . . . .  | 444 |
| XII. <i>Des Figures électriques de M. le Prof. LICHTENBERG</i> . . . . .  | 490 |
| XIII. <i>Des différentes facultés conductrices de différens Vuides</i> . . . . .  | 517 |
| XIV. <i>Des Phénomènes où le Fluide électrique se décompose</i> . . . . .   | 528 |

# T A B L E.

Page

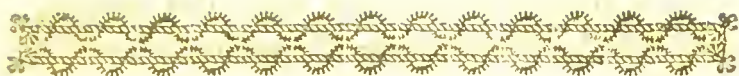
## C H A P. IV.

|   |     |
|---|-----|
| <i>Considérations générales sur les FLUIDES</i> |     |
| <i>EXPANSIBLES de la Classe des VA-</i>         |     |
| <i>PEURS . . . . .</i>                          | 534 |
| APPENDICE à ce premier Volume .                 | 545 |

# E R R A T A.

| Page | Ligne   | Pour   | lire   |
|------|---------|--|--|
| 14   | 25      | une telle <i>distance</i>  | une telle <i>proximité</i>   |
| 31   | 9       | <i>disposant</i>   | <i>déposant</i>  |
| 105  | 25      | <i>appercevrons</i>  | <i>apercevons</i>  |
| 106  | 23      | <i>intéressés</i>  | qui y participent  |
| 108  | 21      | <i>à ces Phénomènes</i>  | <i>par ces Phénomènes</i>  |
| 114  | dern.   | <i>Géologie</i>  | Géologie   |
| 139  | 15      | <i>échauffant</i>  | chauffant  |
| 152  | 11      | <i>à de la</i>   | <i>de la</i>   |
| 184  | 20      | <i>nouvelle</i> Chaleur latente  | nouvelle espèce de   |
| 215  | 17      | <i>ses</i> Expériences   | <i>ces</i> Expériences   |
| 217  | 15 & s. | pour réduire sa substance propre à une augmentation déterminée dans la quantité de l'Eau | pour pouvoir considérer sa substance comme une certaine augmentation dans la quantité de l'Eau |
| 230  | 5       | <i>échauffer</i>   | chauffer   |
| 246  | 21      | <i>intéressés</i>  | frottées l'une par l'autre   |

Je n'ai pas cru devoir placer ici quelques incorrections typographiques qu'on m'a fait appercevoir dans ce Volume, parce qu'elles ne peuvent occasionner aucune méprise.



## MOTIFS DE CET OUVRAGE.

J'AI informé depuis long-tems les Personnes avec qui j'ai des relations concernant la Physique, que je travaillois à une Suite de mon premier Ouvrage sur les *Modifications de l'Atmosphère* ; & j'avois fixé cet Hiver pour dernier délai de Publication : cependant je suis obligé encore de la suspendre.

Cet Ouvrage fut commencé à Paris en 1781, pour satisfaire au desir de quelques Physiciens, avec qui je m'étois entretenu de mes nouvelles recherches en Météorologie ; & de retour à Londres en 1782, je me serois occupé d'abord de sa publication, si je n'avois eu le bonheur de me lier personnellement à Paris avec M. VOLTA, & d'apprendre de lui sa belle Théorie sur les *Influences électriques*, qu'il exposa ensuite dans un Mémoire présenté à la Société Royale de Londres, & qui fut imprimé dans les *Transactions philosophiques de l'année 1782*.

Cette Théorie avoit réveillé toute mon attention sur les Phénomènes électriques ; dont j'avois

cessé de m'occuper depuis bien des années, à cause de l'obscurité que j'y trouvois toujours, malgré tout ce qu'on avoit dit pour les expliquer. Mais les ayant considérés de nouveau d'après la Loi découverte par M. VOLTA, je crus y entrevoir certaines analogies avec les Phénomènes des *Vapeurs aqueuses*, qui renouvelèrent tout mon intérêt pour cette branche importante de la Physique ; & M. VOLTA étant venu lui-même à Londres en 1782, je me pourvus, sous sa direction, des premiers Appareils nécessaires pour établir cette Théorie qui me paroissoit répandre tant de lumière sur les Phénomènes électriques.

En me livrant à ces Expériences je ne prévoyois point le travail auquel elles m'obligeroient. Quoique je leur eusse consacré tous mes loisirs, dès l'Été de 1782 jusqu'au Printems de 1783, je n'avois pas seulement encore amené les principaux Appareils au degré de perfection dont je les croyois susceptibles. Mais j'étois parvenu à plusieurs nouvelles classes d'Expériences qui ne purent plus être suivies dès qu'il fit chaud ; parce que l'Air n'est jamais aussi dépourvu de Vapeurs aqueuses en Été, qu'il l'est quelquefois en Hiver. Obligé donc alors

de suspendre ces Expériences, je repris mon Ouvrage de Météorologie, & je l'écrivis de nouveau sous la forme de Lettres adressées à M. DE LA PLACE ; parce que ce Savant étoit celui des Académiciens de Paris avec qui je m'étois le plus entretenu de tous les objets qui le composaient.

Ayant, dis-je, donné cette nouvelle forme à mon Ouvrage dans le courant de l'Été de 1783, je commençai à le mettre au net au mois d'Octobre, & à l'envoyer à M. DE LA PLACE pour l'Impression. Mais lorsque la Gelée ramena la Sécheresse dans l'Air, je ne pus m'empêcher de me livrer aux Expériences électriques ; & depuis ce tems-là, jusqu'au commencement de l'Été dernier, j'avois repris & suspendu plusieurs fois ces Envois, que je résolus alors de ne plus interrompre.

En formant le plan de cet Ouvrage, je n'y avois admis aucun détail sur l'Hygrométrie pratique, parce que j'avois encore bien des choses en vue pour la perfectionner ; & je résolus même de renvoyer à m'en occuper jusqu'après la publication de ce qui regardoit sa Théorie, afin de l'accélérer d'autant plus. Ensuite de



cette résolution, je m'étois même refusé de tirer de sa Boîte un Hygromètre de M. DE SAUS-SURE que M. MARC PICTET avoit eu la bonté de m'envoyer dès la fin de l'année précédente ; sachant d'avance qu'il m'engageroit dans beaucoup de travail. Mais au commencement de l'Automne dernière, n'ayant plus qu'à mettre au net ce qui me restoit à envoyer de mon ouvrage, je crus pouvoir au moins me permettre de placer cet Hygromètre auprès des miens. Je le tirai donc alors de sa boîte, & commençai à l'observer, sans autre dessein que celui d'étudier sa Marche : mais y ayant bientôt reconnu des caractères que j'avois soupçonnés, je fus tenté de les déterminer par quelques Expériences comparatives avec les miens. Cette comparaison exigeoit que j'exécutasse un plan formé depuis long-tems pour donner plus de sensibilité à mes Hygromètres. Je crus que cela me coûteroit peu, & je l'entrepris. Mais je me trompai d'abord sur ce point, & plus encore sur la possibilité de résister à suivre les Idées de nouvelles Expériences qui me viendroient à l'esprit. Je me laissai donc entraîner peu à peu à ces Expériences, je perdis de vue mon ouvrage, & je ne prévois point encore quand je le reprendrai : car il faut encore que je profite des tems favo-



rables pour continuer mes Expériences électriques.

Cependant je ne pouvois m'empêcher de regretter ce retard de publication ; car le motif qui m'avoit fait prendre la plume dès l'année 1781, loin de s'affoiblir, n'a fait que s'accroître. Je desirois dès-lors de publier & d'établir quelques Propositions de Météorologie, qui me paroissent importantes dans l'état présent de la Physique. Les premiers germes des Principes d'où découlent ces Propositions, se trouvent déjà dans mes *Recherches sur les Modifications de l'Atmosphère* ; & je me suis toujours entretenu de leurs développemens avec les Physiciens attentifs que j'ai fréquentés, ou avec qui j'ai correspondu. Mais l'attention ne se fixe véritablement, que lorsqu'elle peut embrasser à la fois un certain Ensemble de Faits & d'Idées ; & d'ailleurs, ces communications particulières ne remplissoient pas assez mon but, celui de faire subir à mes systèmes l'épreuve de tant de Faits qui se découvrent journellement, & de tant d'Idées qui en naissent de toute part.

Il m'est donc venu à l'esprit de publier dès-à-présent, les Résultats principaux de mes nou-

velles Observations & Expériences relatives à la Météorologie. C'est ce que j'entreprends d'exécuter par cet ouvrage ; qui contiendra ainsi non-seulement le précis de l'autre ouvrage, mais encore celui de mes Expériences électriques & de mes nouvelles Recherches sur l'Hygrométrie pratique.

WINDSOR, *Février* 1786.



# I D É E S

## SUR LA

# MÉTÉOROLOGIE.

---

### DE'FINITIONS ET PROPOSITIONS PRÉLIMINAIRES.

LE principal objet de mon attention dès mes premiers pas dans la carrière de la Physique, pas commencés il y a près de 40 ans, a été les Modifications de ces Substances nommées les *Fluides élastiques* ; mes premières Expériences ayant eu en vue, le *Feu*, le *Fluide électrique*, l'*Air*, & les *Vapeurs aqueuses*. L'intérêt soutenu que j'ai pris dès-lors aux recherches sur ces *Fluides*, a été principalement excité par un Systême de mon Ami particulier M. LE SAGE sur les principaux *Agens mécaniques* des

Phénomènes physiques ; Systême dans lequel il explique la Nature de ces *Fluides*, & les Causes mécaniques de leurs principaux Phénomènes, d'une manière qui captiva mon attention dès qu'il l'eut imaginé ; & qui m'a dirigé dès-lors dans toutes mes Recherches, où je l'ai toujours trouvé d'autant plus appuyé par les Phénomènes, que je les ai mieux approfondis. J'ai obtenu de mon Ami la permission de donner une Esquisse de ce Systême dans mon ouvrage, auquel il est devenu une Introduction nécessaire. Je serai privé ici de ce secours ; car il me seroit impossible de donner un Extrait, de ce qui n'est déjà que l'Extrait bien foible d'un grand ouvrage, auquel M. LE SAGE travaille depuis long-tems, mais que sa santé l'a malheureusement empêché de publier jusqu'ici. Cependant je suis obligé d'indiquer le Sens de quelques Expressions que j'employerai en traitant des *Fluides élastiques*, & d'énoncer quelques Propositions dont je partirai, non comme nécessaires à mes Systêmes particuliers, mais comme servant à justifier le Langage que j'employerai. Voici ces Définitions & Propositions préliminaires.

1°. Je nommerai *Fluides expansibles*, les Substances qu'on nomme communément *Fluides élastiques*. Je fais ce changement dans l'Expression,

parce que je considérerai toujours ces *Fluides* comme composés de Particules *discrètes*, capables de se répandre dans tout Espace libre lorsqu'elles n'obéissent sensiblement à aucune autre Cause que celle de leur *expansibilité*.

2°. Je substituerai à l'Idée de *Répulsion mutuelle* de ces Particules, donnée comme Cause de leur *expansibilité* par quelques Physiciens qui les considèrent aussi comme *discrètes*, celle de *Mouvement*, *conservé* ou *renouvelé* dans ces Particules : *conservé*, quand rien ne les arrête ; *renouvelé*, quand elles l'ont perdu, soit par des Chocs, soit en entrant dans la composition d'autres Substances.

3°. D'après cette Cause d'*expansibilité*, je rangerai la *Lumière* au nombre des *Fluides expansibles*, parce qu'elle répond absolument à cette définition ; ses Particules étant *discrètes*, & leur diffémiation dans tout Espace libre, provenant de leur *Mouvement*.

4°. Enfin j'aurai occasion d'énoncer l'idée de *Mouvemens* de *diverses espèces*, en parlant des Particules de différens *Fluides expansibles* ; par où j'entendrai, que leur *Mouvement* progressif se

fait selon des *routes* qui diffèrent de la *ligne droite* en diverses manières ; différences qui constitueront une partie essentielle des Caractères distinctifs des différens Fluides. A quoi j'ajouterai seulement : que ce ne sont pas là de simples *Loix* gratuites ; puisque d'un côté, j'en montrerai les fondemens dans les Phénomènes lorsque j'entrerai dans leurs détails ; & que de l'autre, chacun de ces *Mouvemens* divers trouve ses *Causes mécaniques* dans le Systême de M. LE SAGE.





---

## P A R T I E I.

### DE L'ÉVAPORATION DE L'EAU, ET DE SES PREMIÈRES SUITES.

---

#### C H A P. I.

#### *De la Cause de l'ÉVAPORATION, & des VA- PEURS AQUEUSES.*

1. **L**E Systême auquel les Physiciens paroissent s'être fixés depuis quelque tems à l'égard de l'Évaporation, est ; que ce Phénomène est une vraie *Dissolution*, médiate ou immédiate, de l'Eau par l'Air. Je n'ai jamais adopté ce Systême ; parce qu'il m'a paru contraire aux Faits, malgré les Analogies spécieuses sur lesquelles on l'a établi. La discussion de cette Hypothèse occupe assez d'étendue dans mon ouvrage, parce que j'ai trouvé essentiel de la suivre dans toutes ses applications. Je n'extraurai rien ici de cette Partie, inutile à mon objet présent, celui d'exposer un autre Systême, énoncé déjà dans mes *Recherches sur les Modifications*

de l'*Atmosphère*, mais non assez complètement pour avoir vaincu les Préjugés.

2. L'*Évaporation*, dans mon Système, est l'effet d'une union particulière du *Feu* à l'*Eau*; & son produit est un *Fluide expansible* particulier, appartenant à une Classe distincte de ces *Fluides*, que je nommerai les *Vapeurs*. Mais ici je prends ce Mot dans une acception particulière, que j'expliquerai dans la suite; me contentant de dire ici, qu'à cause de cette acception particulière du mot *Vapeur*, comme désignant une Classe de *Fluides expansibles*, je nommerai toujours *Vapeur aqueuse*, le premier produit de l'*Évaporation* de l'*Eau*.

3. Cette union distincte du *Feu* à l'*Eau*, dans laquelle consiste l'*Évaporation*, se fait toujours à quelque Surface, intérieure ou extérieure, de l'*Eau*: j'entends par Surface *intérieure*, les Parois de toute Solution de continuité; soit dans l'*Eau*, par des Bulles d'air ou de *Vapeurs*; soit entre l'*Eau* & le Vase, par une couche d'air, ou par l'abondance du *Feu*.

4. Les Particules du *Feu*, sans cesse en mouvement dans la Température la plus fixe, pénètrent & abandonnent simultanément tous les

Corps. Celles de ces Particules qui sortent des Liquides par une Surface libre, en détachent aisément alors quelques Particulès; & s'unissant à elles, elles les entraînent dans leur Mouvement, en subissant alors elles-mêmes des Modifications que j'énoncerai.

5. Les *Vapeurs aqueuses*, qui résultent de cette union des Particules de *Feu* à des Particules d'*Eau*, exercent toutes les Propriétés mécaniques des *Fluides aëriiformes*, & les exercent dans une pleine indépendance de ces *Fluides*. Comme eux, elles sont *expansibles* & résistent à la *Compression*; & elles exercent ces Facultés, soit mêlées avec eux, soit seules, dans certaines limites que j'assignerai.

6. Je n'entends par *Vapeur aqueuse*, que le produit immédiat de l'*Évaporation*, soit un *Fluide expansible* transparent; le même qui est déjà connu sous le nom de *Vapeur de l'Eau bouillante*, dans l'*Éolipile* & dans les *Pompes à Vapeurs*. Il ne s'agit donc point ici, de ce que je nommois *Vapeurs visibles* dans mon premier ouvrage, mais que je nommerai ici *Brouillard*; qui n'est pas un *Fluide expansible*, & n'est qu'une des Espèces de *Décomposition des Vapeurs aqueuses*.

7. La Pesanteur spécifique de ces *Vapeurs*, est plus de moitié moindre que celle de l'*Air commun* ; c'est-à-dire que, lorsqu'elles exercent une certaine *Force expansive*, soit seules, soit mêlées à l'*Air*, leur *Masse* est plus de moitié moindre que celle d'un pareil *Volume* d'*Air* qui exerceroit la même *Force expansive* dans les mêmes circonstances.

8. La Densité que peuvent acquérir ces *Vapeurs* ; c'est-à-dire, le degré de proximité auquel peuvent arriver leurs Particules sans se détruire ; a un *Maximum*, déterminé dans une même *Température*, mais qui change beaucoup avec elle, étant plus grand quand la *Température* est plus chaude ; au-delà de ce *Maximum* de Densité, ou *Minimum* de distance des Particules, elles se décomposent en partie jusqu'à ce qu'elles soient rentrées dans ces limites.

9. La Cause de cette décomposition particulière des *Vapeurs aqueuses*, est la tendance des Particules d'*Eau* à s'unir entr'elles, lorsqu'elles sont arrivées à une certaine distance. Cette tendance mutuelle des Particules appartient à tous les Liquides. C'est elle qui, jointe au peu d'adhérence des Particules au Contact, constitue la *Liquidité*. Elle se manifeste d'une  
manière

manière très-marquée dans l'*Eau*, par les Phénomènes *thermométriques* de ce Liquide que j'ai décrits dans mes *Recherches sur les Modifications de l'Atmosphère*; & d'abord, par les Marches comparatives des Thermomètres d'*Eau* & de *Mercure*. On voit dans celle du Thermomètre fait d'*Eau*, que le *Feu* a d'abord beaucoup de peine à écarter ses Particules quand elle est près de se geler, c'est-à-dire quand ses Particules sont très-rapprochées; mais qu'à mesure qu'il les a déjà écartées d'une plus grande quantité, il éprouve moins de résistance à les écarter davantage: ce qui est le caractère distinctif des *tendances à distance*. On voit encore, par la comparaison des Marches de ce Thermomètre & de celui d'*Eau saturée de Sel Marin*, que lorsque les Particules d'*Eau* sont plus écartées par leur union avec une autre Substance, les dilatations produites par des quantités successives égales de *Feu*, approchent plus d'être égales entr'elles que lorsque l'*Eau* est pure; ce qui est aussi la Marche des *tendances à distance*, quand la *distance* s'est accrue. Enfin, un exemple sensible de la réunion des Particules d'*Eau* entr'elles (malgré la résistance des Substances auxquelles elles sont unies par affinité) lorsque leur rapprochement est suffisant, est la *Congélation* de l'*Eau* qui a dissout quelque *Sel*. Sa *Congélation*



est retardée, à cause du plus grand éloignement absolu de ses Particules ; mais elle a lieu enfin, lorsque, par le refroidissement, elles sont arrivées, à une proximité suffisante, pour que leur tendance mutuelle surmonte leur affinité avec le *Sel*. Dans l'*Eau* saturée de *Sel marin*, le retard de sa *Congélation* est d'environ 17° de mon Thermomètre ; & c'est aussi le degré de refroidissement qu'on peut produire en mêlant ce *Sel* à la *Neige*, avec les précautions & en proportions convenables. Leur mélange forme bientôt un *Liquide*, lorsqu'il y a assez de *Feu* pour tenir les Particules de l'*Eau* à une distance suffisante ; & de même, dès qu'elles sont à cette distance, il se fait une première union par affinité des Particules du *Feu* avec celles de la *Glace*, d'où procède en même tems le *Liquide* & son *Refroidissement* ; comme je le dirai ci-après, en parlant du Changement des *Solides* en *Liquides*, par l'action seule du *Feu*.

10. C'est donc par cette *tendance* mutuelle des Particules de l'*Eau*, manifeste dans les Phénomènes que je viens d'indiquer, que les Particules des *Vapeurs aqueuses* se décomposent, lorsqu'elles arrivent à une telle distance, que les Particules d'*Eau* ont plus de *tendance* à se réunir qu'à rester unies à celles du *Feu* ; & c'est



de cette Cause que résulte un *Maximum* sensiblement fixe, de la Densité de ces *Vapeurs* dans une même *Température*; de même que le changement de ce *Maximum* avec la *Température*, comme je vais maintenant l'expliquer.

II. Des *Vapeurs aqueuses* qui paroissent dans un état fixe, ne le sont néanmoins qu'à l'égard de leur Tout, & nullement quant aux Particules; celles-ci changeant continuellement. Toutes celles qui passent dans une proximité & une position telles que leurs Particules d'*Eau* puissent se réunir, se décomposent, & l'*Eau* est libre pour un instant; mais bientôt se trouvant dans quelque espace plus grand, de nouvelles Particules de *Feu* la vaporisent. Un état fixe de ces *Vapeurs* n'est donc que celui où les *décompositions* & *recompositions* se compensent sensiblement dans une même Masse; & le degré déterminé de *Densité* dans une *Température* donnée, exprime un *Minimum* de distance moyenne, auquel cette compensation a lieu. Or comme plus il y a de *Feu* dans l'Espace, plus les *recompositions* sont favorisées, cette distance moyenne devient plus petite, soit le *Maximum* de *Densité* plus grand, quand la *Température* est plus chaude.

12. Ce *Maximum* des *Vapeurs aqueuses* est sensiblement le même dans tout Espace, plein ou vuide d'*Air* : c'est ce que dit l'Expérience. Par où l'on voit, que le *Minimum* de distance de leurs Particules, qui détermine le *Maximum* de leur *Densité*, ne concernent qu'elles-mêmes, indépendamment des *Fluides aëriiformes* qui leur sont mêlés. Il est difficile de déterminer précisément, tant ce *Maximum*, que ses variations suivant la *Température* ; parce que dans les Vases clos, où peuvent se faire les Expériences immédiates, nombre de Causes, connues & inconnues, font varier les résultats, comme on le verra ci-après. Mais du moins on peut s'en former une idée vague ; & la voici. Quand la Chaleur est environ au Tempéré, & le Baromètre à 28 pouces de France, les *Vapeurs aqueuses*, au *Maximum*, forment entre  $\frac{1}{30}$  &  $\frac{1}{60}$  de la *Force expansive* d'un certain volume d'*Air*, & moins d' $\frac{1}{120}$  de sa Masse ; & lorsqu'elles se forment dans un Espace vuide d'air, elles exercent sensiblement cette même pression sur le *Manomètre*.

13. Les *Vapeurs aqueuses* arrivant sensiblement à un même degré de *Force expansive*, dans le *Vuide* comme dans l'*Air*, il en résulte qu'elles ne font point une *partie aliquoté* constante de celui-ci, quoique toujours à leur *Maxi-*

*num* : cette partie s'agrandit, à mesure que l'Air devient plus rare ; puisque leur quantité reste la même, quoique celle de l'Air diminue.

14. Les *Vapeurs aqueuses* ne peuvent subsister seules dans un Espace, dès qu'elles y éprouvent une *Pression* durable qui excède le degré de *Force expansive* qu'elles peuvent exercer à leur *Maximum* relatif à la *Température* actuelle ; car une telle *Pression*, pour peu même qu'elle excède ce degré, rapproche leurs Particules au-delà du *Minimum* de distance. Il s'en décompose donc d'abord une certaine quantité : & si la *Chaleur* & la *Pression* continuent au même degré, la même Cause de décomposition se renouvelle ; d'où résulte une décomposition totale des *Vapeurs*. Mais si on leur mêle une quantité d'*Air* capable de soutenir cet excédant de *Pression* ; quelque grand qu'il soit alors, les *Vapeurs* subsistent ; parce que leurs Particules ne sont plus rapprochées au-delà du *Minimum*. C'est donc ainsi que les *Vapeurs aqueuses* subsistent dans l'*Air* libre sous la *Pression* de l'Atmosphère ; c'est-à-dire, parce que l'*Air*, auquel elles sont mêlées, soutenant la majeure partie de cette *Pression*, leurs Particules arrivées au *Minimum* de distance relatif à la *Température*, ne sont pas forcées à le passer.

15. A mesure que la *Chaleur* augmente, ce *Minimum de distance moyenne* des Particules des *Vapeurs aqueuses* devenant une quantité plus petite, elles peuvent devenir plus *denses*, & par conséquent elles n'exigent plus un si grand mélange d'Air pour subsister sous la *Pression* de l'Atmosphère ; tellement qu'enfin, lorsque la *Chaleur* est arrivée au degré de celle de l'*Eau bouillante* dans le lieu, quel que soit le degré de *Pression* actuelle de l'atmosphère, les *Vapeurs* la supportent sans aucun mélange d'Air.

16. Voici donc la seule circonstance qui distingue les *Vapeurs de l'Eau bouillante*, d'avec les *Vapeurs* de leur Espèce dans tout autre état : c'est que lorsqu'elles se forment, elles sont *toujours* en état de supporter la *Pression*, quelle qu'elle soit, qu'éprouve l'*Eau bouillante* ; ce qui résulte de la nature même de l'*Ébullition*. Un Liquide ne *bout* sous la *Pression* quelconque qui s'exerce sur lui, que lorsque les *Vapeurs* produites dans le Vase au contact du *Feu*, sont arrivées à un degré de *densité* tel, qu'elles puissent soulever le Liquide chargé de cette *Pression* ; & qu'en même tems le Liquide aît un tel degré de *Chaleur*, que ces *Vapeurs* puissent le traverser sans être décomposées. Aussi longtemps donc qu'elles conservent le degré de *Cha-*

leur qui leur a permis de se former malgré la *Pression*, elles demeurent capables de la soutenir. C'est ce qui leur arrive par exemple dans la *Pompe à Vapeurs*, dès que le *Cylindre* qui les reçoit a acquis le degré de *Chaleur* de l'*Eau bouillante* ; mais aussi-tôt qu'elles arrivent dans un *Espace moins chaud*, elles se décomposent en partie, & il n'en subsiste qu'au *Maximum* de la nouvelle *Température*. C'est cette décomposition qui forme le *Brouillard* flottant au-dessus de l'*Eau* qui bout en plein *Air* ; *Brouillard* qui subit ensuite une nouvelle *Évaporation*, dont le produit, devenu *expansible*, se répand aux environs.

17. Quoique l'*Eau* aît toujours sensiblement un même degré de *Chaleur* quand elle bout sous une même *Pression*, elle peut y acquérir plus de *Chaleur* qu'elle n'en conservera lorsqu'elle viendra à *bouillir*. C'est ce qui lui arrive dans un *Vase* à orifice étroit, où on l'a tellement purgée d'*Air*, qu'il n'y aît aucune solution sensible de continuité, ni dans sa *Masse*, ni d'elle avec le *Vase* ; parce qu'alors, quoiqu'elle n'éprouve à l'extrémité supérieure de sa colonne d'autre *Pression* que celle de l'*Atmosphère*, ses *Particules* opposent plus de résistance à être séparées, & les *Vapeurs* doivent acquérir plus



de force pour opérer une première séparation. Alors, dis-je, cette *Eau* peut acquérir beaucoup de *Chaleur* sans *bouillir*. J'ai rapporté dans mes *Recherches sur les Modifications de l'Atmosphère*, une Expérience où je portai cet excès de *Chaleur* jusqu'à  $9 \frac{4}{5}$  de mes degrés, environ  $22^{\circ}$  de *Fahrenheit*, au-delà de la *Chaleur* de l'*Eau bouillante* ; avec apparence même que j'aurois pu le porter plus loin, si j'avois réussi à contenir cette *Eau*. Mais dès que les *Vapeurs* purent s'y former, leur Force expansive fut si grande, qu'elles se manifestèrent avec Explosion ; de sorte qu'une assez grande partie de l'*Eau* fut chassée hors du Vase, & le reste fut aussi-tôt réduit à la *Chaleur* de l'*Eau bouillante*.

18. La fixité de la *Chaleur* de l'*Eau bouillante* est donc une conséquence immédiate des Principes que j'ai établis ci-dessus, à l'égard du *Maximum* des *Vapeurs aqueuses* suivant les *Températures*. Il ne peut se former des *Vapeurs* dans l'intérieur de l'*Eau*, que lorsqu'elles ont assez de *Force expansive* pour s'y étendre : elles n'acquièrent cette Force, que lorsque la *Chaleur* de l'*Eau* est arrivée à un certain degré ; dès qu'elles l'ont acquis, elles s'étendent & s'échappent. Alors l'*Eau bout* ; c'est à-dire, elle est soulevée &

agitée par les *Vapeurs* qui se forment dans son sein ; & une plus grande application de Feu n'a sensiblement d'autre pouvoir, que celui de rendre l'*Évaporation* plus rapide.

19. C'est de là que découle le Phénomène particulier, observé par M. CAVENDISH, & qu'il a appliqué à la fixation du point de la Chaleur de l'*Eau bouillante* sur le *Thermomètre* ; favoir : “ que la Température de la *Vapeur* “ qui s'échappe de l'*Eau bouillante*, dans un “ Vase que cette *Vapeur* traverse sans s'y dé- “ composer, est plus fixe que celle de l'*Eau* “ elle-même.” En effet, il y a toujours de petites oscillations dans le *Thermomètre* lorsqu'il est plongé dans l'*Eau* ; oscillations qui proviennent de ce que les *Vapeurs* n'enlèvent pas instantanément le *Feu* qui continue à entrer dans l'*Eau*. Il n'y a point de telles oscillations quand le *Thermomètre* n'est environné que des *Vapeurs* ; car celles-ci se forment & s'échappent, dès que la *Chaleur* est suffisante pour les former. C'est donc là certainement le moyen le plus sûr de fixer exactement le point de la *Chaleur de l'Eau bouillante* sur les *Thermomètres* ; & comme c'est en même tems le plus commode, dès qu'on a l'*Appareil* fort simple qu'a imaginé M. CAVENDISH, je ne puis que conseiller aux Observateurs,



d'engager les Artistes à se procurer cet Appareil, décrit dans les *Transactions philosophiques*, & à l'employer toujours dans la construction de leurs Thermomètres.

20. L'*Eau* peut encore, sans *bouillir*, produire, par sa Surface seule, des *Vapeurs* aussi denses que celle de l'*Eau bouillante* sous la même *Pression* : mais il faut pour cela, que les *Vapeurs* qui s'en détachent, se répandent dans un Espace clos, & qui soit toujours à même *Température* qu'elles. Alors, dis-je, si la *Chaleur* augmente, ces *Vapeurs* détachées de la surface acquerront toujours une *Densité* proportionnelle à cette augmentation, & pourront résister seules à une *Pression* quelconque. Si par exemple on fait monter de l'*Eau* au sommet d'un Baromètre, les *Vapeurs* qu'elle produira dans la Température de l'air feront baisser le Mercure d'une certaine quantité. MM. LAVOISIER & DE LA PLACE ont trouvé, que c'étoit de  $\frac{1}{2}$  pouce au *Tempéré* : M. WATT, dont je parlerai bientôt, n'a pas trouvé cette quantité si grande ; mais cela ne fait rien au Phénomène dont je parle. A mesure qu'on chauffe l'*Eau* & l'Espace occupé par les *Vapeurs*, celles-ci dépriment de plus en plus le Mercure. Quant elles sont arrivées à la *Chaleur* de l'*Eau bouillante* dans

le lieu & en ce moment-là, elles ont réduit le Mercure à son Niveau dans le Réservoir : elles soutiennent donc seules alors la Pression de l'Atmosphère. Si le tube plonge dans un Réservoir profond, les *Vapeurs* plus échauffées le dépriment de plus en plus au-dessous du Niveau, & enfin s'échappent. On fait aussi quelle Force expansive peuvent acquérir les *Vapeurs* dans le *Digesteur de Papin* ; & cependant l'Eau n'y bout point.

21. Je viens ainsi de suivre les *Vapeurs aqueuses* dans leurs Modifications principales, produites par les différences de la *Chaleur*. On y a vu toujours un même *Fluide expansible*, produit par la réunion du *Feu* à l'*Eau* ; ayant toutes les Propriétés mécaniques des *Fluides aëriiformes* tant qu'il subsiste ; à la formation duquel ces *Fluides* ne contribuent point ; qui existe dans une pleine indépendance d'eux ; & qui, dans ses Phénomènes, n'a de relation avec eux, que parce que, lorsqu'il n'est pas animé par une *Chaleur* assez grande, il ne peut supporter la Pression de l'Atmosphère que conjointement avec eux. On a vu en un mot, que les *Vapeurs de l'Eau bouillante*, reconnues nécessairement pour un *Fluide expansible* particulier formé de *Feu* & d'*Eau*, ne sont que ce

même *Fluide* ; produit immédiat & constant de toute *Évaporation*, arrivé seulement, par une *Chaleur* suffisante, à un degré de *Densité* où il peut supporter seul la *Pression* de l'Atmosphère.

22. J'étois arrivé à ce Systême général, sur la Cause de l'*Évaporation*, l'existence des *Vapeurs aqueuses* dans l'Air, & leur identité avec celles de l'*Eau bouillante* ; mais non sans trouver encore quelques difficultés dans les Phénomènes de détail ; lorsque j'ai eu le bonheur de me lier avec M. JAMES WATT, Ingénieur Écossais, établi à Birmingham, dans les lumières de qui j'ai trouvé la solution de toutes ces difficultés. M. WATT est le grand Physicien & Mécanicien auquel sont dues ces admirables *Pompes à Vapeur*, qui, avec l'assistance du génie de M. BOULTON devenu l'associé de M. WATT, font époque dans les Arts en Angleterre, & ont commencé à être connues en France, par celle que MM. PERRIER ont établie à Chaillot près de Paris. Personne n'a étudié les *Vapeurs de l'Eau bouillante* avec autant de constance, de sagacité, & de génie, que M. WATT ; & je dois à son amitié la connoissance de nombre de Faits relatifs à ces *Vapeurs*, qui seront un vrai Présent à la Physique lorsqu'ils paroîtront.

dans mon Ouvrage, par la permission que m'en a donné M. WATT.

23. L'Étude des *Vapeurs aqueuses* me parut l'une des plus importantes de la Physique, dès que je commençai à m'occuper fortement des *Fluides expansibles* en général. Nous voyons en elle un *Fluide* distinct; presque généralement ignoré, parce que sa transparence le rend invisible, parce que le plus souvent mêlé à l'Air, il est impalpable d'une manière distincte, & parce qu'on avoit empêché l'attention de se porter sur les Phénomènes qui attestent néanmoins son existence, en imaginant l'Hypothèse de la *Dissolution de l'Eau par l'Air*, comme Cause de l'*Évaporation*. Mais l'existence de ce *Fluide* se rend immédiatement sensible par nombre de Phénomènes, & ses Modifications une fois découvertes, sont un Échelon pour arriver à la connoissance d'autres *Fluides* moins perceptibles, & même à celle de l'origine de l'*Air*.



## C H A P. II.

## De l'HYGROLOGIE.

24. **A**PRÈS avoir indiqué les preuves de l'Existence des *Vapeurs aqueuses* dans l'Air, & exposé les *Loix* de leurs divers degrés de *Densité*, d'où résultent les Modifications de leurs Effets *mécaniques*; je viens à ce qui concerne plus particulièrement leur *Nature*, & les divers Effets *chymiques* qui en résultent; ce qui doit faire l'objet de l'*Hygrologie*.

25. Ces *Vapeurs*, ai-je dit, sont composées de *Feu* & d'*Eau*, réunis par *affinité*. J'ajouterai maintenant, comme une première Base de l'*Hygrologie*, que dans cette union, l'*Eau* & le *Feu* perdent également la Faculté de produire leurs Effets distinctifs; comme les *Acides* & les *Alkalis* la perdent dans les *Sels neutres*. L'*Eau* y perd donc les Facultés d'*humecter* & de *mouiller*, & le *Feu* celle de produire la *Chaleur*. C'est à cette Modification du *Feu* que sont dues, la perte de *Chaleur* qui a lieu quand un Liquide s'évapore, & l'augmentation de *Cha-*



leur qui accompagne la *décomposition* de la *Vapeur*. Le *Feu*, joint à l'*Eau*, ne jouit plus de l'espèce de *Mouvement* d'où résulte la *Chaleur*, & ne peut même plus pénétrer les Corps : il y est donc vraiment *latent* ; mais quand la *Vapeur* se *décompose*, il devient *libre*, & sensible par la *Chaleur*. L'*Eau* non plus ne *mouille* ni *humecte* ; elle ne produit le premier de ces Effets qu'en se disposant sur les Corps, & le dernier qu'en s'unissant à eux ; ce qu'elle ne peut faire quand le *Feu* la *possède*. Mais si la *Vapeur* se *décompose*, l'*Eau* devenue *libre*, produit l'un ou l'autre de ces Effets.

26. Les *Vapeurs aqueuses* qui se *décomposent*, peuvent donc *mouiller* ou *humecter* ; mais les *décompositions* d'où résultent ces Effets distincts, sont différentes. La première est celle qui détermine les *Loix* de leur *Densité*, & que j'ai expliquée dans le Chapitre précédent. Une partie des *Vapeurs* existantes se *décompose*, si la distance moyenne de leurs *Particules* devient moindre que la *Température* ne le permet. Si donc le *Refroidissement* arrive jusqu'à leur faire passer le *Minimum* de distance fixé par la nouvelle *Température*, quelques *Particules* d'*Eau* abandonnent leurs *Particules* de *Feu* en se réunissant, & il se



précipite de l'*Eau* concrète, qui alors *mouille* les Corps.

27. La Seconde Cause de leur *décomposition*, peut les affecter dans tous leurs états ; & c'est elle qui produit l'*Humidité* proprement dite. L'*Eau* a de l'*affinité* avec diverses Substances, de la même manière qu'elle en a avec le *Feu* ; & ce sont là les Substances *hygroscopiques*, au nombre desquelles par conséquent le *Feu* peut être rangé. La seule *Loi* de cette *Affinité* est ; que l'*Eau* se distribue toujours à toutes celles de ces Substances qui sont dans un même lieu, à chacune suivant son pouvoir spécifique d'en retenir ; lequel peut être déterminé par la quantité nécessaire à la *Saturation* de la Substance. Je nommerai ce Pouvoir *Capacité*, pour la facilité de l'expression. Voici donc comment cette *Loi* s'exerce dans les Phénomènes *hygroscopiques*.

28. Si l'on introduit de nouveau *Feu* dans un Espace qui ne renferme point d'*Eau* surabondante, il en enlève aux Substances *hygroscopiques* qui se trouvent dans cet Espace, & par là il y diminue l'*Humidité* ; soit la quantité proportionnelle d'*Eau hygroscopiquement* combiné : & la même diminution a lieu, si l'on  
introduit

introduit dans cet Espace tout autre Substance *hygroscopique* qui possède une quantité proportionnelle d'*Eau*, moindre que celle des Substances qui s'y trouvoient déjà. Si au contraire on apporte de nouvelle *Eau* dans l'Espace, ou des Substances *hygroscopiques* qui en possèdent proportionnellement plus que celles qui s'y trouvoient, l'*Humidité* y augmentera ; car toutes les Substances présentes se partageront cette nouvelle *Eau*. L'*Humidité* augmentera par la même raison dans l'Espace, si l'on en soutire du *Feu* ; car l'*Eau* qu'il abandonnera, sera distribuée aux autres Substances.

29. L'*Affinité* de l'*Eau* avec les Substances *hygroscopiques* ne s'exerce qu'au contact. Lors donc qu'il n'y a pas de l'*Eau* concrète en contact avec ces Substances, c'est par le *Feu* que se fait sa distribution. Les Particules du *Feu*, sans cesse en Mouvement, enlèvent de l'*Eau* aux Substances qui en ont le plus & en abandonnent à celles qui en ont le moins : par où s'établit l'équilibre d'*Humidité* dans un même lieu, s'il n'y a point de Cause particulière d'une inégale distribution de l'*Eau*.

30. C'est donc par-là aussi que les *Hygroscopes* indiquent l'*Humidité* locale ; c'est-à-dire,

parce qu'ils sont composés de ces Substances auxquelles le *Feu* transmet une partie proportionnelle de l'*Eau hygroskopiquement* répandue dans le lieu : & ces Substances fournissent des *Hygroscopes* proprement dits, lorsqu'elles sont dans une position telle, qu'elles indiquent les changemens qu'éprouve leur *Humidité* propre. Tel est le premier Pas de l'*Hygrométrie*, à laquelle je viens maintenant.



## C H A P. III.

*De l'HYGROMÉTRIE.*

31. **L**ES vicissitudes de dessèchement & d'humectation des Substances *hygroscopiques*, produisant chez elles des changemens plus ou moins grands de Poids & de Volume, on a songé dès long-tems à en tirer quelque moyen de mesurer l'*Humidité*. Je ne parlerai ici que des changemens de *Volume*, ceux de *Poids* n'étant pas susceptibles de mesure dans tous les cas.

32. L'*Hygromètre* doit être fait d'une Substance, de telle nature, & tellement disposée, qu'elle nous fournisse des rapports *comparables*, constans, & vrais, entre les quantités d'*Humidité* qu'elle renferme en divers tems. En traitant de cet objet, je nommerai *état hygroscopique*, le rapport de l'état actuel, avec l'un ou l'autre des deux Extrêmes, de *Sécheresse* ou d'*Humidité*.

33. D'après cette définition de l'*Hygromètre*, il n'indique point immédiatement des quantités

absolues d'*Eau* hygroscopiquement combinée, mais seulement des degrés d'*Humidité* ; les premières dépendant de plus, de la *Capacité* des Substances. Si donc on veut juger, par l'observation de l'*Hygromètre*, de la quantité d'*Eau* hygroscopiquement combinée dans une certaine Substance ; il faut avoir premièrement appris, par des Expériences directes, quelle quantité elle en contient à son *Maximum*. Ceci s'applique au *Feu*, comme à toute autre Substance *hygroscopique* ; c'est-à-dire, que pour connoître la quantité d'*Eau* en *Vapeurs* dans le lieu où l'*Hygromètre* est observé, il faut connoître la quantité qu'en contiennent les *Vapeurs* à leurs divers *Maximums* suivant les différentes *Températures* ; & alors, le *Thermomètre* étant joint à l'*Hygromètre*, on aura les données nécessaires pour connoître la quantité actuelle d'*Eau* en *Vapeur* dans le lieu,

34. Tel fera donc le Langage de l'*Hygromètre*, s'il a les Conditions requises ; dont la première que j'ai indiquée, est la *Comparabilité*. Cette condition exige essentiellement, ou deux *Points fixes*, qui servent de Base à l'Échelle ; ou un *Point fixe*, appliqué à une Substance dont toutes les Portions individuelles soient également affectées par l'*Humidité*. C'est ainsi que

MM. DE REAUMUR & DE LISLE avoient essayé de construire un Thermomètre: le premier, par la *Congélation* pour *Point fixe*, & la mesure des dilatations d'un certain *Esprit de vin*, à partir de ce point (car c'est-là le *Thermomètre* de M. De *Reaumur*, dont tant de Physiciens parlent, en oubliant ce qu'il étoit (\*)) ; & le dernier, par la *Chaleur de l'Eau bouillante* pour *Point fixe*,

---

(\*) Quoique je n'aie pas lieu de penser, que beaucoup de Physiciens aient lu avec une attention soutenue mon *long* Ouvrage sur les *Modifications de l'Atmosphère*, je ne puis m'empêcher d'être étonné, qu'il y en aît tant encore, qui nomment *Thermomètre de DE REAUMUR*, un Thermomètre fait de *Mercure*, & divisé en 80 parties entre les Températures de la *Glace fondante* & de l'*Eau bouillante à un point donné du Baromètre*. Lorsque j'eus fixé cette Echelle, par des motifs très-déterminés, & constaté les Marches correspondantes de ce Thermomètre & de celui de M. DE REAUMUR; marches très-différentes; feu M. DE LA CONDAMINE, à qui je communiquai mon Ouvrage en Manuscrit, fut d'avis, que je changeasse le nombre 80 : m'assurant qu'il seroit un piège, vu l'inattention si commune parmi ceux même qui professent la Physique. Je ne connoissois pas encore aussi bien que lui cette inattention, & je donnai plus de poids à deux considérations ; l'une que j'exprimai, l'autre une Modestie déplacée. J'y ai regret, maintenant que j'ai vu par l'Expérience, combien la prédiction de M. DE LA CONDAMINE étoit fondée.



& la mesure des condensations du *Mercure* à partir de ce point.

35. Les difficultés que j'envifageai d'abord à trouver un *Point fixe* de *Sécheresse*, me déterminèrent à fuivre cette dernière Méthode ; & je l'employai pour mon premier *Hygromètre*, présenté à la Société Royale de Londres en 1773. Mais je découvris bientôt après que l'*ivoire* (qui étoit sa Substance *hygroscopique*) n'avoit point toujours la même dilatabilité ; & je trouvai ensuite le même défaut, aux *Plumes*, que je propoisois déjà alors d'y substituer, & à toutes les autres Substances que j'essayai. Je me fixai à la *Baleine* par d'autres considérations ; & quant à la *comparabilité*, j'y parvins assez bien par un seul *Point fixe*, en employant une Méthode qui a quelque avantage général, mais dont je ne ferai pas mention ici. Ce fut là mon second *Hygromètre*, que je présentai à l'Académie Royale des Sciences de Paris en 1781. Mais bientôt après je trouvai un second *Point fixe* ; ce qui m'a fait changer totalement, pour la troisième fois, la Construction de l'*Hygromètre*.

36. Cet Instrument peut posséder ainsi un avantage, que le *Thermomètre* n'aura probable-

ment jamais ; celui d'avoir pour *Points fixes* des *Extrêmes* absolus : car il y a un *Extrême* d'*Humidité*, savoir le Point où les Substances *hygroscopiques* sont *saturées* d'*Eau* ; & un *Extrême* de *Sécheresse*, savoir le Point où elles sont privées de toute *Eau hygroscopiquement* combinée avec elles. Je vais traiter de l'un & de l'autre.

37. D'après les Principes d'*Hygrologie* que j'ai posés dans le Chapitre précédent, il étoit naturel de conclure ; que l'*Humidité extrême* se trouveroit, là où la quantité d'*Eau* seroit telle, que toutes les Substances *hygroscopiques*, y compris le *Feu*, en seroient certainement *saturées*. Mais lorsque je vins à chercher, quel pourroit être le symptôme auquel on reconnoîtroit sûrement cet état des Substances *hygroscopiques*, je ne pus satisfaire mon esprit, qu'en arrivant à la *Mouillure*, c'est-à-dire, à une quantité d'*Eau* surabondante : d'où je tirai cette conséquence ; que le moyen le plus simple de fixer sûrement le Point de l'*Humidité extrême* sur l'*Hygromètre*, étoit de le plonger dans l'*Eau*.

38. M. DE SAUSSURE, dans un Ouvrage sur l'*Hygrométrie*, rempli de Faits intéressans & de Remarques que personne n'avoit encore publiées, donne la description d'un *Hygromètre* qui

a dû se concilier l'attention des vrais Physiciens. L'Échelle de cet Instrument est déterminée par les *Extrêmes* d'*Humidité* & de *Sécheresse* : mais M. DE SAUSSURE, craignant de plonger son *Hygromètre* dans l'*Eau*, à cause de sa construction, a rejeté ce moyen, comme n'étant pas convenable ; & il lui a substitué l'*Humidité* produite sous une Cloche de Verre, renversée sur de l'*Eau*, & dont les Parois restent constamment *mouillées*. Il pense que l'*Humidité* produite sous cette Cloche est *fixe*, & qu'elle est l'*Humidité extrême*.

39. J'avois lieu de douter qu'on pût trouver sûrement l'*Humidité extrême* par aucun autre moyen que par l'*Eau* concrète. L'*Humidité* d'un *Milieu*, même environné d'*Eau* dans un petit Espace, n'est jamais que l'effet des *Vapeurs aqueuses* sur les Substances *hygroscopiques* ; & cet effet est variable à nombre d'égards. M. DE SAUSSURE le croit fixe à toute *Température* ; & je savois par nombre de Phénomènes, qu'il varioit *extrêmement* suivant les *Températures*. J'avois même lieu de croire, qu'il ne pouvoit être *fixe* dans une *Température* en apparence constante, vu la complication des Causes qui agissent dans les Vases clos. C'étoit-là un des défauts que je soupçonnois dans l'*Hygromètre*, de

M. DE SAUSSURE ; mais comme je ne voulois pas en faire l'examen à la légère, je craignois de m'y engager ; & l'Expérience a prouvé que ce n'étoit pas fans raison.

40. J'ai donc répété plusieurs fois le Procédé de M. DE SAUSSURE pour fixer le Point de l'*Humidité extrême* sous une Cloche mouillée : à chaque fois j'ai continué l'Expérience plusieurs jours, avec le plus grand soin ; & j'ai trouvé ce que je prévoyois ; savoir, 1°. qu'il y a de très-grandes variations dans l'*Humidité* sous cette Cloche, produites par les Variations de la *Chaleur*, quelque soin qu'on prenne de mouiller fréquemment les Parois de la Cloche ; 2°. que l'*Humidité* n'y revient pas aux mêmes Points par les mêmes *Températures*, fans que le plus souvent on apperçoive les Causes de ces changemens.

41. On feroit étonné d'un tel écart entre les Expériences de M. DE SAUSSURE & les miennes, si je ne disois dès ici ; que la nature de son *Hygromètre* l'a empêché d'appercevoir ces différences, & que c'est par un des miens, placé sous la même Cloche, que je les ai constatées. La Cause de la différences de nos *Hygromètres* tenant à une autre point d'*Hygrométrie*, je ne

puis en parler ici, & je renvoie même les détails de ces Expériences, jusqu'au lieu où je traiterai cet autre Point ; me bornant pour le présent à l'exposition des Causes qui produisent les variations de l'*Humidité* sous la Cloche.

42. Ayant lu ceci à la page 21 de l'Ouvrage de M. DE SAUSSURE : “ On ne doit point  
“ craindre que la chaleur plus ou moins grande,  
“ soit de l'Eau, soit des Vapeurs, soit de l'Air  
“ ambiant, produise un changement sensible  
“ sur le terme de l'Humidité extrême ;” je fus étonné de le voir contredit à la page 36, où M. DE SAUSSURE dit ceci : “ J'aurois désiré  
“ de répéter ces mêmes Expériences (pyromé-  
“ triques) sur le Cheveu parfaitement saturé  
“ d'humidité ; mais . . . . premièrement, *en ré-*  
“ *chauffant le Vase*, il est très-difficile, pour ne  
“ pas dire *impossible*, de le tenir constamment  
“ saturée de Vapeurs. . . .” Or qu'est-ce que *réchauffer le Vase*, si ce n'est donner une *plus grande Chaleur*, soit à l'Eau, soit aux Vapeurs, soit à l'Air ambiant ? ce que M. DE SAUSSURE avoit dit qu'on ne devoit pas craindre. Je retournai donc à la page 21, pour tâcher d'en comprendre le sens, & j'y trouvai ce qui avoit donné lieu à ce contraste. M. DE SAUSSURE y dit ceci : “ Des Cheveux bien sains & lessivés



“ à-propos, ne sont nullement contractés par  
“ les *Vapeurs* de l'Eau, même *bouillante* ; elles  
“ ne produisent pas sur eux plus d'effet que  
“ celles de la *froide*.” A quoi il revient à la  
page 22 sous un autre point de vue. “ Quant  
“ aux *Vapeurs* (dit-il), elles ne pénétrant, ou  
“ du moins elles n'*allongent* pas plus le Cheveu  
“ lorsqu'elles sont *chaudes* que lorsqu'elles sont  
“ froides ; & c'est-là une propriété du Cheveu  
“ bien remarquable, & qui le rend bien pré-  
“ cieux pour l'Hygrométrie.”

43. On voit que le point que M. De SAUS-  
SURE vouloit établir par cette dernière assertion,  
étoit ; que les *Vapeurs chaudes* n'avoient pas  
plus de pouvoir que les *Vapeurs froides*, pour  
*allonger* le Cheveu, soit pour faire marcher cet  
Hygromètre vers l'*Humidité*. Ce qui au reste,  
s'il étoit fondé, n'appartiendrait pas plus aux  
*Cheveux*, qu'à toute autre Substance *hygroscopi-*  
*que* ; ou bien exclurait les *Cheveux* de l'*Hygro-*  
*mètre*. Mais ce qu'il y a d'essentiel à remar-  
quer ici, c'est qu'il faudroit prouver précisément  
le contraire, savoir ; que les *Vapeurs chaudes* ne  
font pas marcher l'Hygromètre vers la *Séche-*  
*resse* : or sûrement on ne peut le prouver ; car  
elles produisent cet effet de plus en plus, à  
mesure qu'elles sont plus *chaudes*.



44. Cependant M. DE SAUSSURE vouloit aussi prévenir contre cette crainte, par l'autre assertion ; savoir : “ Que les Cheveux bien sains & “ lessivés à-propos, ne sont nullement *contrat-* “ *tées* par les *Vapeurs* de l'*Eau*, même *bouil-* “ *lante* ; qu'elles ne produisent pas sur eux “ plus d'effet que celles de la *froide*.” C'est ici que l'écart de l'affertion avec le Fait, me conduisit à découvrir l'idée de M. DE SAUSSURE, & la nature de l'Expérience dont il vouloit parler. Il avoit probablement substitué de l'*Eau bouillante* à l'*Eau froide*, dans le Bassin sur lequel sa Cloche étoit renversée ; & l'Hygromètre avoit été enveloppé du *Brouillard* produit par cette Eau. Alors sans doute il ne devoit pas aller vers la *Sécheresse* ; & bien loin de là, c'étoit le seul moyen de produire surement l'*Humidité extrême* sous la Cloche ; car les Corps sur lesquels se dépose ce *Brouillard*, en sont *mouillés*, tout comme s'ils étoient plongés dans l'Eau.

45. Ce Fait donc n'a aucun rapport avec le cas dont je parle, où il doit toujours être entendu ; que le *Milieu* où se trouve l'*Hygromètre*, est à la même *Température* que l'*Eau* qui s'évapore. Ce qui, à moins d'un arrangement particulier de circonstances, fera le cas de la mé-

thode de M. DE SAUSSURE ; où il demande simplement, *de placer l'Hygromètre sous une Cloche renversée sur de l'Eau, & dont on mouille fréquemment les Parois* : ajoutant, que l'*Humidité* sera la même sous cette Cloche à toute *Température*. J'ai trouvé le contraire, comme je viens de le dire ; mais sans rapporter encore mes propres Expériences, je vais lever l'équivoque de celle à laquelle M. DE SAUSSURE fait probablement allusion.

46. On ne doit pas nommer *Vapeur de l'Eau bouillante* (à moins que de s'expliquer) le produit de cette Vapeur décomposée, soit le *Brouillard* qui s'en forme quand elle arrive dans un *Milieu* moins chaud qu'elle. Il n'est pas besoin de l'*Hygromètre*, pour juger de l'*Humidité* d'un *Milieu*, devenu *opaque* par la décomposition des *Vapeurs* ; car l'*Humidité extrême* y règne toujours, comme dans le sein même de l'*Eau*, & à toute *Température*. Ce n'est donc que pour un *Milieu transparent*, que l'*Hygromètre* est nécessaire ; car c'est lui seul alors qui peut nous instruire de l'état *hygroscopique* de ce *Milieu* ; l'*Eau* ne s'y trouvant que par affinité avec le *Feu*, & ainsi sous la forme de *Vapeur transparente*. Or, quand le *Milieu* est à la même *Température* que l'*Eau* qui s'évapore, les *Vapeurs*

produites sont d'autant plus loin de leur *Maximum*, que la *Température* est plus chaude. Et l'Hygromètre nous avertit de cet effet ; parce que la Substance étant réduite à l'état *thermoscopique* & *hygroscopique* des *Vapeurs*, ne leur enlève plus ni *Feu* ni *Eau*, & qu'elle nous montre ainsi, par son propre état, celui des *Vapeurs* dans le *Milieu*.

47. C'est ce que m'ont confirmé les Expériences que j'ai faites sous la Cloche de M. DE SAUSSURE ; mais qui étoit déjà prouvé par les observations *hygroscopiques* faites à peu d'élévation au-dessus des grandes surfaces d'*Eau*, la Mer & les Lacs, à différentes *Températures* : car l'étendue de l'*Eau* qui s'évapore, supplée en plus grande partie aux Parois mouillées d'une Cloche ; & si l'*Humidité* étoit nécessairement *extrême*, quand les *Vapeurs* formées sont retenues dans un *Milieu* ; elle devrait toujours l'être à peu de distance de la Surface de ces grandes Eaux : ce qui est bien loin de l'observation journalière de ceux qui y navigent.

48. Pour prouver directement, que les *Vapeurs* qui s'élèvent dans un *Milieu* de même *Température* qu'elles, produisent d'autant moins d'*Humidité*, que l'*Eau* & le *Milieu* sont à une

Température plus chaude, je rapporterai ici une observation importante de M. WATT. Il a trouvé, dans sa longue pratique sur la *Machine à Vapeur*, qu'on ne pouvoit y employer le Bois dans aucune des parties où les *Vapeurs de l'Eau bouillante* se conservent ; comme par exemple pour le Piston ; car il s'y desèche tellement, qu'il se crevasse comme il le feroit auprès du Feu. C'est d'après ce Fait que j'ai dit d'entrée ; que l'opinion de M. DE SAUSSURE, sur l'*Humidité* produite par l'*évaporation* à son *Maximum* dans un Vase clos, différoit extrêmement du Fait : car les *Vapeurs de l'Eau bouillante*, qui sont dans ce cas, approchent déjà beaucoup de la *Sécheresse extrême* ; & je ne doute pas qu'elle ne se trouve presque entièrement dans les *Vapeurs du Digesteur de Papin*.

49. Je conclus donc ; comme je l'avois fait en 1773 dans mon premier Ouvrage sur l'Hygrométrie ; que *c'est dans l'Eau* qu'on trouve sûrement l'*Humidité extrême* ; & j'ajoute maintenant, qu'elle s'y trouve à *toute Température*. On la trouve aussi dans le *Brouillard* ; mais c'est seulement, parce qu'il couvre d'*Eau* la Substance de l'Hygromètre. On l'observeroit probablement quelquefois sous la Cloche de

M. DE SAUSSURE, quand la *Température* seroit près de la *Congélation* : du moins je l'ai vu très-près d'arriver aux environs de cette *Température* ; mais souvent aussi elle en différoit sensiblement. Il n'est donc rien d'aussi sûr, comme de plus simple, que de plonger l'*Hygromètre* dans l'*Eau*, pour fixer son point d'*Humidité extrême*.

50. D'après les mêmes Principes d'*Hygrologie* posés dans le Chapitre précédent, la *Sécheresse extrême* doit se trouver, là où le *Feu* est en telle quantité, qu'il peut enlever aux autres *Substances*, toute *Eau hygroskopiquement combinée avec elles*. Et si, en quelque abondance que soit le *Feu*, les *Substances hygroskopiques* retiennent néanmoins leur portion d'*Eau* ; on peut au moins regarder l'*Incandescence*, comme un point extrême d'abondance de *Feu*, auquel la *Sécheresse* est sensiblement *extrême*. Telle fut donc l'idée que je me formai d'abord, d'un *Point fixe de Sécheresse* : mais je le regardai long-tems comme purement idéal ; parce qu'on ne peut exposer l'*Hygromètre* à un tel degré de *Chaleur*. J'imaginai ensuite de produire la *Sécheresse extrême* par le *Vuide*, & j'avois même songé à des moyens d'y produire des degrés d'*Humidité* déterminés ; mais quand je vins à l'exécution,



l'exécution, j'y trouvai des difficultés presque insurmontables. Ce fut alors que je songeai aux moyens de produire un Hygromètre *comparable* par un seul *Point fixe*. Mais enfin il me vint à l'esprit une idée, qui réalisa le premier & le plus sûr de ces moyens ; en voici les fondemens.

51. Quand une Substance *hygroscopique*, susceptible du plus haut degré d'*Incandescence*, y est arrivée ; elle est réellement à un Point fixe de *Sécheresse*, qui peut être considéré sensiblement comme *extrême*. Si cette Substance est de telle nature, qu'après avoir ainsi perdu toute son *Humidité*, elle soit très-lente à la reprendre par l'entremise seule des *Vapeurs* ; elle pourra perdre une grande partie de cette Chaleur, de manière par exemple à pouvoir être placée sous une Cloche de Verre, sans avoir repris sensiblement de l'*Humidité*, sur-tout si elle est en grandes masses. Enfin, si la *Capacité* hygroscopique de cette Substance est telle, que toute l'Eau en Vapeurs, même à leur *Maximum*, contenue dans un espace d'air égal à son Volume, ne lui rende pas non plus une *Humidité* sensible ; en la renfermant, dans cette proportion avec l'air, sous une Cloche de Verre où l'on placera l'Hygromètre, celui-ci devra arriver peu à peu au



degré de *Sécheresse* de la Substance : degré qui, d'après les suppositions précédentes, ne devra pas s'éloigner sensiblement de la *Sécheresse extrême*. Or la *Chaux* a rempli toutes ces conditions.

52. C'est donc au moyen de la *Chaux*, calcinée de nouveau en grandes masses, que j'ai fixé dès-lors un second *Point* sur mes Hygromètres. Je dis qu'elle a rempli les conditions ci-dessus ; parce que je lui ai vu amener mes Hygromètres à un même point, quoique enfermée à divers degrés de *Chaleur*, en différens rapports avec l'espace qu'elle n'occupoit pas, & en des états assez différens du *Milieu* quant à l'*Humidité*. Et l'extrême lenteur avec laquelle elle produit son effet final ; ce qui n'arrive qu'en trois semaines, quand elle n'occupe que la moitié de l'espace ; est encore un témoignage en sa faveur.

53. J'ai fait aussi depuis peu, un essai qui abrégera beaucoup les Expériences hygrosco-piques qui me restent à faire. Ayant enfermé des *Hygromètres* dans un Vase dont la *Chaux* occupoit environ les trois quarts, fermé par un Couvercle cimenté avec le Ciment des Vitriers, j'ai sorti deux fois ces Hygromètres du Vase ;

& après leur avoir laissé reprendre l'état de l'air, je les ai enfermés de nouveau dans le même Vase sans y rien changer ; & ils sont arrivés au même point. J'ai donc commencé un nouvel Appareil, qui sera un grand Vase de fer blanc, vitré dans une place convenable, correspondante à des Cages de Canevas de fil d'archal, où seront placés les *Hygromètres* ou des *Hygroscopes*. Le reste de la capacité du Vase sera rempli de *Chaux* ; & le Couvercle, bien cimenté, ne sera percé qu'au-dessus des Cages ; pour qu'en changeant les Instrumens, l'espace renfermé n'aît que bien peu de communication, & une communication bien courte, avec le *Milieu* extérieur. J'espère d'avoir par-là un Appareil assez durable de *Sécheresse extrême*. J'y tiendrai néanmoins un Hygromètre en sentinelle, pour m'avertir de ce qui s'y passera.

54. Il résulte enfin des mêmes Principes d'Hygrologie, que lorsqu'un Espace est sensiblement privé d'*Humidité*, les différences de la *Chaleur* ne peuvent plus y produire d'effets *hygroscopiques* ; car le *Feu* ne peut enlever ou rendre de l'Eau aux autres Substances (ce qui constitue les effets *hygroscopiques* produits par les différences de la *Chaleur*) quand il n'y a point d'*Eau* à distribuer. C'est donc là encore

un des Symptômes auxquels je jugeai d'abord, que mon Appareil à *chaux* produisoit sensiblement la *Sécheresse extrême* ; je veux dire que, tandis que durant la plus grande partie de l'opération, l'augmentation de la *Chaleur* faisoit marcher l'Hygromètre vers la *Sécheresse*, il arriva au contraire à sa fin, que ce fut la diminution de la *Chaleur* qui produisit la même apparence, à un petit degré, par le raccourcissement de la Substance hygroscopique. M. DE SAUSSURE a éprouvé la même chose en employant le *Sel de Tartre* ; ce qui certifie, que s'il n'est pas arrivé absolument à la *Sécheresse extrême*, il en étoit du moins près ; & ce degré de *Sécheresse* a tiré aussi son origine de l'*Incandescence*.

55. Ces deux *Points fixes*, l'*Humidité extrême* & la *Sécheresse extrême*, deviennent donc une Base sure pour la construction de l'*Échelle* de l'Hygromètre ; le reste, soit la division de l'Intervalle de ces deux Points, & la fixation de celui d'où l'on comptera les Degrés, est arbitraire en soi. N'ayant eu qu'un seul *Point fixe* dans mes deux premiers Hygromètres, savoir celui de l'*Humidité extrême*, il étoit naturel que j'y plaçasse le *Zéro* ; & ensuite, par habitude, j'avois continué à l'y placer, quoique avec deux Points fixes. Mais libre encore de changer mon

Échelle, puisque ce troisième Hygromètre n'est connu que de peu de personnes, & n'a servi encore qu'à mes propres observations ; j'ai suivi la Méthode de M. DE SAUSSURE, qui m'a paru plus naturelle ; savoir, de placer le *Zéro* à la *Sécheresse extrême*, puisqu'elle est l'absence de toute *Humidité*. Obligé par-là de refaire mes Échelles, & sur-tout de changer mon habitude d'envisager les degrés d'*Humidité*, j'ai adopté en même tems le nombre 100 qu'a choisi M. de SAUSSURE.

56. La seconde des conditions qu'exige l'*Hygromètre*, est la *Constance* des mêmes Indications pour les mêmes degrés d'*Humidité*. C'est un trop long Chapitre que celui-là dans les recherches relatives à l'Hygrométrie pratique, pour l'entamer ici ; je dirai donc seulement : qu'après de longs essais sur un grand nombre de Substances, je me suis fixé à la *Baleine*, qui possède plusieurs Propriétés très-précieuses pour cet Instrument. J'emploie la Superficie des Fanons, qui est une sorte de croute très-compacte ; & je la prends dans la largeur des Fibres. C'est d'abord à cause de sa *Constance* que je l'ai choisie. C'est la seule des Substances que j'avois éprouvées, qui, après avoir été mise à l'*Humidité extrême*, y fût revenue constamment au même point. J'avois en-

core à la fin de l'année dernière des Hygromètres de cette Substance faits depuis cinq ans, que j'ai démontés pour changer leur construction ; mais avant cela je les remis à l'*Humidité extrême*, & ils y revinrent au premier point fixé. J'avois aussi le premier de mes Hygromètres où je fixai le point de la *Sécheresse extrême* par la Chaux il y a environ trois ans ; & lorsque j'ai repris ces Expériences, il y est revenu au même point. J'ai fait aussi subir plusieurs fois cette même Épreuve à mes nouveaux Hygromètres, dont j'ai beaucoup augmenté la Sensibilité ; & chaque fois ils sont revenus sensiblement au même point. Ainsi cette Substance possède la *Constance*, à un degré que je n'avois pas lieu d'attendre d'après toutes celles que j'avois essayées avant que de songer à elle.

57. Cette propriété m'auroit fait préférer la *Baleine*, même au travers de quelques inconvéniens ; & cependant elle possède encore d'autres avantages. Je n'avois pas d'abord rendu mes Hygromètres bien *sensibles*, parce que j'avois laissé la *Baleine* trop large & trop épaisse. Lorsque je songeai au point de *Sécheresse extrême*, je tentai de la rendre plus mince, & j'y réussis à un certain degré, par des moyens qui me firent espérer

d'aller plus loin quand j'aurois acquis l'habitude de les employer ; mais ce fut alors que je suspendis mes travaux d'Hygrométrie pratique. En les reprenant à l'occasion de l'Hygromètre de M. DE SAUSSURE, j'ai poussé l'amincissement de mes Bandelettes de Baleine plus loin que je ne l'avois jamais espéré ; & le point où je me suis fixé, n'est pas même le plus grand que je puisse atteindre par ma méthode. Cependant j'ai de ces Bandelettes d'environ un pied de long & une ligne de large, qui ne pèsent qu'environ  $\frac{1}{2}$  grain. Je me suis fixé à ce point, parce que ces Bandelettes sont suffisamment sensibles : si elles l'étoient davantage, cela deviendrait nuisible à l'exactitude des observations ; car à ce point-là même, il faut observer assez promptement, quand le tems est humide, pour que le voisinage de l'observateur ne les fasse pas marcher vers la Sécheresse, par l'augmentation de la Chaleur. Mais telle est la finesse des Fibres & la ténacité de cette Substance, que s'il étoit besoin d'Hygromètres plus sensibles, on pourroit la rendre encore & plus mince & plus étroite. Je le fais par expérience ; car j'en ai fait une Bandelette d'environ un pied, qui ne pesoit qu'  $\frac{1}{4}$  de grain, & supportoit néanmoins l'action d'un Ressort équivalent à un poid d'  $\frac{1}{3}$  d'once.



58. Je préfère les *Refforts* aux *Poids* pour tenir ces Bandelettes tendues, non-seulement parce que les premiers sont plus commodes dans le transport, mais sur-tout parce qu'ils tiennent la Bandelette constamment tendue; ce qui est très-essentiel. Je ne connois aucune Substance végétale ni animale qui, étant mise à l'Humidité extrême sous l'action d'un Poids ou d'un *Reffort*, n'y acquière un allongement absolu; allongement qu'elle conserve ensuite dans toutes ses variations, si la même tension subsiste, mais qu'elle perd peu à peu si cette tension cesse: & alors l'Hygromètre ne se retrouve plus aux mêmes points de son Échelle, par les mêmes degrés d'Humidité. Il faut donc lui faire subir de nouveau l'Humidité extrême sous le même degré de tension, avant qu'il puisse être observé; ce qui est au moins incommode.

59. Les *Refforts* ont encore un avantage sur les *Poids*, & la *Baleine* sur nombre d'autres Substances, quand l'Hygromètre est observé au Vent. Le Vent agite les *Poids*, & rend l'Indication de l'Instrument fort incertaine, à cause du relâchement & de la plus grande tension qui en résultent alternativement dans la Substance hygroscopique; ce qui fait osciller l'Index. Il oscille aussi par les simples vibrations que le

Vent produit dans la Substance, si la différence de longueur de celle-ci, dans ses différens états durant une oscillation, ont un rapport sensible avec les changemens de longueur par lesquels elle mesure l'*humidité* ; ce qui a lieu par exemple dans les *Cheveux*. Mais à l'égard de la *Baleine*, ces différences n'ont aucune influence sensible sur l'Index ; car sa variation hygroscopique est de plus d' $\frac{1}{8}$  de sa longueur à la Sécheresse extrême. Ainsi, quoique le Vent fasse vibrer quelquefois très-fortement la Bandelette, l'Index ne se meut point sensiblement.

60. Cette grande expansibilité de la *Baleine* n'a fait naître l'idée d'en mesurer les expansions avec un simple *Vernier*. Il n'est pas même besoin pour cela d'employer des Bandelettes aussi longues qu'on peut les avoir ; ce qui va jusqu'à un pied : 8 pouces suffisent ; car ils fournissent une variation d'environ 1 pouce. Alors on a un Instrument fort simple, & très-commode pour le transport. Un Tube de Verre, qui renferme un Ressort en Hélice fait d'un mince Fil de Clavecin, en est la base : la Bandelette est fixée en bas à un *Ajustement*, & le haut porte le *Vernier*. J'ai conservé néanmoins les Montures à *Cadran* pour l'usage ordinaire, à cause de l'avantage de pouvoir les observer de loin &

d'un coup-d'œil. Le Ressort qui tient la Bandelette tendue, est alors dans un Tambour; comme un Ressort de Montre; mais il doit être beaucoup plus foible. Les miens font 5 à 6 *Tours*; c'est vers le 3<sup>me</sup> qu'ils agissent sur la Bandelette; & dans toute l'étendue du mouvement nécessaire, ils sont sensiblement en équilibre avec un Poids de demi-once.

61. La grande expansibilité de la Baleine, jointe à sa ténacité, m'ont fourni l'idée d'une autre Construction, fort commode pour l'usage commun des Observations du *Temps*. Cet Hygromètre est en forme de *Montre*, & sa construction fort simple. Son Cadran, qui n'est qu'un Limbe, est posée sur une *Cage* de même grandeur, dont les *Platines* sont à jour à la manière des Balanciers des Montres; c'est-à-dire avec une croisée centrale. Les *Piliers* de cette *Cage* sont en grand nombre; & à l'exception d'un seul, ils portent des Roulleaux d'environ  $\frac{1}{4}$  de pouce de longueur. Ce Pilier sans Roulleau est tout auprès d'un des autres: il sert d'abord à y fixer l'une des extrémités d'une Bandelette de *Baleine*, d'environ  $\frac{1}{4}$  de pouce de largeur, & de l'épaisseur d'un papier fort. Cette extrémité est garnie d'une petite plaque de l'éton, *cousue* à la Baleine avec ce fil

de Cuivre blanchi fort mince qu'on nomme *Canetille* ; & c'est au moyen de cette Plaque, que la Bandelette est fixée au Pilier : l'autre extrémité est aussi garnie d'une Plaque semblable, à laquelle est attachée une Soie. La Bandelette fait le tour de la *Cage* en s'appuyant sur les Rouleaux ; & la Soie, passant sur le dernier des Rouleaux, près du Pilier où elle est fixée, vient s'envelopper au Centre sur une Poulie ; puis elle va se joindre à l'une des extrémités d'un Ressort demi-circulaire, placé dans l'intérieur de la *Cage*, & dont l'autre extrémité est aussi fixée au Pilier sans Rouleau. Enfin l'Axe de la Poulie porte un Index. Il y a sans doute bien du frottement dans cet Hygromètre, à cause de tous ses Rouleaux ; cependant il a autant de sensibilité qu'il en est besoin pour les observations journalières. Lorsqu'il est pendu, il ressemble à une grosse Montre ; mis dans sa Boîte, il n'embarrasse pas plus à la poche qu'une Boîte à tabac. Je demande pardon au Lecteur physicien de cette petite digression, qui n'intéresse pas l'*Hygrométrie* fondamentale, à laquelle je reviens.

62. J'ai dit enfin que l'*Hygromètre*, comme toute autre *Mesure physique*, doit essentiellement posséder une troisième qualité ; savoir : que sa

Marche soit proportionnelle à celle de la Cause qui agit sur lui. Mais ce sera-là un des caractères dont on s'assurera le plus difficilement. Je vais entrer dans quelques détails sur cet objet.

63. Les différentes *Marches* des Thermomètres faits de différens Liquides, me conduisirent nécessairement à penser ; que les Effets immédiatement sensibles dans les Instrumens de cette Espèce, n'étoient pas nécessairement proportionnelles aux différentes intensités de leur Cause principale : & même au premier abord, dès qu'ils différoient sensiblement entr'eux, ils devenoient tous suspects. Il falloit donc chercher, *a priori* ou *a posteriori*, si quelqu'un de ces Effets étoit certainement compliqué ; pour tâcher d'arriver par ce moyen, à la détermination de celle de ces *Marches* qui étoit la plus proportionnelle aux différences d'intensité de la Cause. Or ayant observé dans cette recherche, que le Thermomètre fait d'*Eau*, après s'être *condensé* de moins en moins, comparativement à tous les autres, par les mêmes diminutions de Chaleur, se *dilatoit* enfin tandis que tous les autres continuoient à se condenser ; j'en conclus : que deux Causes contraires, dépendantes également de la diminution de la *Chaleur*, agissoient sur celle du Volume de l'*Eau* ; que ces deux

Causes n'avoient pas la même *Marche* dans leur rapport avec la diminution de la *Chaleur* ; & que l'une d'elle, qui tendoit à augmenter le Volume de l'Eau, d'abord surpassée par l'autre, la surpassoit enfin à son tour. Par-là d'abord je rejettai le Thermomètre d'*Eau* ; & par des conséquences tirées de ce premier motif, je donnai la préférence au Thermomètre de *Mercure* ; parce que, comparativement à lui, tous les autres Liquides avoient des condensations *décroissantes* par les mêmes suites de diminutions de la *Chaleur*.

64. Instruit donc par ces Phénomènes observés dans les différens *Thermomètres* ; dès que j'eus fini mon premier *Hygromètre*, qui étoit d'*ivoire*, j'entrepris d'en faire avec d'autres Substances, pour examiner leurs *Marches* comparatives, & juger d'abord, s'il en étoit des Effets de l'*Humidité* sur les Substances *hygroscopiques*, comme de ceux de la *Chaleur* sur les Substances *thermoscopiques* ; & si par conséquent il faudroit faire sur l'*Hygromètre* les mêmes recherches que j'avois faites sur le *Thermomètre*. J'imaginai pour cela des Montures d'épreuve, propres à rendre facile le long travail dans lequel j'allois m'engager ; & je fis d'abord un grand nombre d'Expériences, pour déterminer les



*Marches* comparatives générales de diverses Substances.

65. Le premier résultat important de ces Expériences préliminaires, fut de diviser en deux Classes très-distinctes les Substances que j'avois éprouvées : l'une fut composée des Substances qui, mises à l'*Humidité extrême*, & s'y *allongeant* d'abord, continuoient à s'*allonger* jusqu'à ce qu'elles y eussent pris un état fixe : l'autre des Substances, qui s'*allongoient* d'abord en étant plongées dans l'*Eau*, puis s'*accourcissoient* ; ou même qui s'*accourcissoient* & continuoient à s'*accourcir*, si je les y plongeois dans un Tems *humide* ; quoiqu'en Tems *sec* elles s'*accourcissent* aussi par l'augmentation de la *Sécheresse*, & s'*allongeaient* par sa diminution. Il étoit donc évident, que dans les Substances de cette dernière Classe, deux Effets contraires étoient produits par les variations de l'*Humidité* ; & qu'à certain point de la *Marche*, l'Effet qui auparavant avoit été surpassé par l'autre, le surpassoit à son tour. Je remarquai de plus ; que les *Marches* comparatives de ces Substances entre elles étoient tellement différentes, qu'on n'auroit pas cru qu'elles fussent les Effets d'une même Cause ; au lieu qu'il n'y avoit pas de grands écarts dans les *Marches* de l'autre Classe.

Je rejettai donc toute la Classe dont les *Marches* étoient si évidemment irrégulières, & me fixai à l'autre pour la recherche d'un *Hygromètre*.

66. Le long travail que cette découverte m'annonçoit, fut une des Causes qui me firent suspendre les recherches d'*Hygrométrie* pratique, pour publier plus tôt ce qui concernoit l'*Hygrologie* ; & c'est en particulier dans ce travail que je me suis engagé de nouveau sans m'en appercevoir. Je n'entrerai pas ici dans les détails qui le concernent ; mais je dois y faire mention des Signes extérieurs qui caractérisent, d'une manière tranchée, les deux Classes de Substances que je viens de définir quant à leurs propriétés hygroskopiques. La Classe à laquelle je me suis fixé, est toute composée de Substances végétales ou animales, dont les Bandelettes sont coupées *en travers* des Fibres : elle renferme les *Bois*, les *Rozeaux*, l'*Ivoire*, d'autres *Os*, les *Plumes*, la *Baleine*. On seroit surpris que j'aie pu me procurer de longues Bandelettes de quelques-unes de ces Substances prises dans ce sens, si je ne disois ; qu'après avoir aminci les Tuyaux naturels de quelques-unes, ou réduit d'autres en Tuyaux très-minces, je les coupe en *Hélice* & les redresse dans l'Eau : après quoi je les amincis encore, par la même méthode que j'emploie pour

la *Baleine*, dont on peut avoir immédiatement des *Bandelettes* droites, ainsi que des *Bois*.

67. L'autre Classe de Substances, celle que j'ai rejetée, est composée d'abord des mêmes Substances ci-dessus, mais dont les *Bandelettes* sont prises dans le sens de la *longueur* des *Fibres* ; puis d'autres Substances qui ne peuvent être employées que dans ce sens ; telles que le *Chanvre*, la *Pite*, la *Soie*, les *Cheveux*, les *Crins*, les *Faisceaux membraneux* dont on fait les *Cordes de boyau*. Toutes ces Substances, dis-je, sans exception, par cela seul que les *Fibres* y sont en long, ont la marche irrégulière dont j'ai parlé ci-dessus ; qui résulte de ce que l'*Humidité* les *gonfle*, en même tems qu'elle *allonge* leurs *Fibres*, & de ce que le premier de ces Effets a une *Marche croissante* comparativement à l'autre.

68. Ce Phénomène général des Substances *végétales* & *animales* prises dans le sens de la longueur de leurs *Fibres*, indique très-clairement leur *Organisation*. Elles sont à *Réseau*, & leurs *Mailles* sont excessivement petites ; ce qui donne à l'introduction de l'*Humidité*, le pouvoir d'*accourcir* leurs *Faisceaux*, en élargissant ces *Mailles*. On y voit encore une des  
Causes

Causes de la Marche progressive de cet accourcissement ; c'est que lorsque les Fibres qui forment les *Mailles* approchent le plus d'être parallèles ; c'est-à-dire en tems sec ; les mêmes quantités d'*Eau* qui entrent dans ces *Mailles* accourcissent moins le *Faisceau*, que lorsque les Fibres sont déjà sensiblement écartées. A quoi s'ajoute d'abord, un effet contraire sur la Cause d'*allongement* des Faisceaux, savoir ; qu'un même allongement des Fibres, influe plus sur l'*allongement* de leurs *Faisceaux*, quand elles sont le plus parallèles (c'est-à-dire toujours en tems sec), que lorsqu'elles sont plus en zigzag par l'élargissement des *Mailles*. Enfin, une circonstance contribue encore à cette Marche différente des deux effets contraires ; savoir, la tension des Faisceaux, qui favorise l'*allongement* des Fibres, & résiste au contraire à l'*élargissement* des *Mailles* ; mais qui influe plus sur les Faisceaux quand l'*Humidité* est foible, que quand elle est forte.

69. Cette organisation explique encore un Phénomène, qui sans elle seroit fort embarrassant, savoir, la grande dilatabilité de la *Baleine* prise *en travers* ; dont autrement il faudroit supposer, que les Fibres s'écartent dans toute leur longueur d'  $\frac{1}{8}$  de leur diamètre, n'ayant que l'*Eau*

pour cause de réunion : ce qui ne sauroit se concevoir, vu l'Effort que ses Bandelettes peuvent supporter à l'*Humidité extrême*. Il faut aussi que les *Fibres* de cette Substance soient excessivement fines, & ses *Mailles* bien petites ; pour que des Bandelettes aussi minces & étroites que celles dont j'ai parlé, puissent supporter l'action de mes Ressorts.

70. La *Baleine* nous montre encore d'une autre manière, l'organisation des Substances animales & leur Marche hygroscopique. Prise dans le sens de la longueur de ses *Fibres*, elles fournit d'excellens *Ressorts*, qui ne se rendent point, à moins qu'on ne les altère par une trop grande courbure ou trop de Chaleur. Les petites adhérences qui forment ses *Mailles* sont donc très fermes, & ses *Fibres* très élastiques ; ce qui fait que celles-ci tendent toujours à redevenir parallèles, quand l'*humidité* sort de ses *Mailles* : par où elle revient aux mêmes points, par les mêmes degrés d'Humidité.

71. Lorsque j'eus fait cette dernière réflexion, je fus étonné de n'avoir pas trouvé de la constance dans les Bandelettes de *Plume* prises en Hélice, & ainsi en *travers* des *Fibres* ; puis-

que cette Substance a tant d'*élasticité* dans le sens de sa *longueur*. Songeant à cela, il me vint à l'esprit ; que les altérations que j'avois observées dans mes Hygromètres de *Plume*, pouvoient provenir d'une *ondulation* qui restoit dans leurs Bandelettes à la première immersion dans l'Eau ; *ondulation* qui s'effaçoit peu à peu. Et en effet les altérations dont je parle, étoient un allongement absolu des Bandelettes : elles se trouvoient toujours plus longues, quand je les remettois dans l'Eau. J'avois donc intention d'essayer de les amincer pour que les *ondulations* s'effaçassent plus aisément. J'y ai complètement réussi depuis que j'ai repris mon Travail d'Hygrométrie pratique : & alors j'ai trouvé, que la *Plume*, comme la *Baleine*, revient toujours à la même longueur dans l'Eau ; ce qui me fait espérer, qu'il en résultera un fort bon *Hygromètre*, du moins à l'égard de la *Confiance*.

72. Instruit par mes premières Expériences sur ces différentes *Marches* des Substances végétales & animales, je reconnus celle de l'Hygromètre de M. DE SAUSSURE à la simple lecture de son ouvrage ; c'est-à-dire que j'y vis la Cause de ces *rétrogradations* qu'il avoit apperçues dans les *Cheveux*, & pourquoi elles avoient diminué,



quand il avoit diminué le Poids qui tenoit les *Cheveux* tendus. Cependant il ne les a pas entièrement détruites par-là ; & quand ce symptôme auroit totalement disparu, l'influence de sa Cause seroit seulement diminuée, sans être détruite. C'est ce que j'ai trouvé, lorsque j'ai fait l'examen de l'Instrument même ; & je vais maintenant donner sa marche comparative avec un des miens, en quelques *Expériences*, pour l'intelligence desquelles il faut se rappeler ; que sur les deux Instrumens, la *Sécheresse extrême* est également 0, & l'*Humidité extrême* 100.

73. La première Expérience que je vais rapporter, est extraite de mon Journal du 14 au 16 d'Octobre passé, durant lequel tems les deux *Hygromètres* restèrent sous la *Cloche humide* avec un *Thermomètre*. La Cloche fut mouillée presque tous les quarts d'heures durant les Observations, qui furent très-nombreuses ; mais je ne rapporterai que celles où il y eut des changemens sensibles dans la *Chaleur*.

|   | Hygr. de M.<br>DE SAUS.  | Mon Hygr. |                | Therm.<br>de Fab. |
|---|--------------------------|-----------|----------------|-------------------|
|   | Sa Marche<br>vers l' Hu. |           | Sa Marche, &c. |                   |
| Le 14. Les Hygr. placés dans l'App. non encore hum. | 91.0                     | .         | 64.6           | 64°               |
| 10h.15' mis l'Eau, & mouillé la Clo.                | + 10.0                   | .         | + 15.4         |                   |
| 20' . . .   | 101.0                    | .         | 80             | 63½               |
|   | — 2.0                    | .         | + 7.3          |                   |
| 11. . . .   | 99.0                     | .         | 87.3           | 63½               |
|   | + 0.1                    | .         | + 4.0          |                   |
| 2.15' s. . .  | 99.1                     | .         | 91.3           | 64                |
|   | — 1.8                    | .         | + 4.7          |                   |
| 11.15' . . .  | 97.3                     | .         | 96.0           | 60½               |
| 15. Avant que de mouil-                             | — 0.4                    | .         | 0              |                   |
| ler 6.45' m. .                                      | 97.7                     | .         | 96.0           | 56                |
| Mouillé alors                                       | — 0.1                    | .         | 0              |                   |
| 7.0 . . .   | 97.6                     | .         | 96.0           | 56½               |
|   | + 0.3                    | .         | — 4.0          |                   |
| 2.0 s. . .  | 97.9                     | .         | 92.0           | 68                |
| 16. Avant que de mouil-                             | + 0.1                    | .         | + 4.6          |                   |
| ler 6.30 m. .                                       | 98.0                     | .         | 96.6           | 55½               |
| Mouillé alors                                       | — 0.7                    | .         | 0              |                   |
| 6.45 . . .  | 97.3                     | .         | 96.6           | 56                |
|   | + 0.1                    | .         | — 2.3          |                   |
| 11.30 . . .   | 97.4                     | .         | 94.3           | 69.½              |
| Otés alors de dessous la Cloche                     | — 12.9                   | .         | — 26.0         |                   |
| 1.30 s. . .   | 84.5                     | .         | 68.3           | 61.½              |

74. Voici une autre suite d'Expériences comparatives sous la *Cloche humide*, extraite de mon Journal du 7 au 14 Janvier dernier, durant lequel tems encore les Instrumens demeurèrent sous la Cloche, qui fut ordinairement dans une Chambre sans Feu, mais que je transportois quelque-

fois dans la Chambre voisine où j'avois du Feu. Durant toutes ces observations, excepté au commencement, la Cloche fut tenue *mouillée* avec le plus grand soin.

|   | Hygr. de M.<br>DE SAUS. |                                 | Mor Hygr. |                           | Therm;<br>de l'ab. |
|---|-------------------------|---------------------------------|-----------|---------------------------|--------------------|
|   |                         | <i>Sa Marche<br/>vers l'hu.</i> |           | <i>Sa Marche, &amp;c.</i> |                    |
| 7. Avant que de mettre<br>l'Eau   |                         |                                 |           |                           |                    |
| 1 h. 48' s. . . .   | 84.7                    |                                 | 61.8      |                           | 56 $\frac{1}{2}$   |
| Mis de l'Eau dans le<br>Bassin seulement,<br>sans mouiller la Cl.               |                         | + 8.8                           |           | + 5.5                     |                    |
| 2 h. 30' . . . .  | 93.5                    |                                 | 67.3      |                           | 53 $\frac{1}{2}$   |
|   |                         | + 4.8                           |           | + 13.7                    |                    |
| 6.30 . . . .  | 98.3                    |                                 | 81.0      |                           | 49 $\frac{1}{2}$   |
|   |                         | - 0.3                           |           | - 1.0                     |                    |
| 11.00 . . . .   | 98                      |                                 | 80.0      |                           | 48 $\frac{1}{2}$   |
|   |                         | + 0.3                           |           | + 0.6                     |                    |
| 8. 9.00 m. . . .  | 98.3                    |                                 | 80.6      |                           | 45 $\frac{1}{2}$   |
| Midi 10'. Mouillé les<br>Par. de la Bouteille,<br>& continué de les<br>mouiller |                         | + 1.0                           |           | + 6.3                     |                    |
| 0.15' . . . .   | 99.3                    |                                 | 87.3      |                           | 52                 |
|   |                         | - 0.9                           |           | + 2.3                     |                    |
| 0.22' . . . .   | 98.4                    |                                 | 87.0      |                           | 52                 |
|   |                         | - 0.4                           |           | + 1.0                     |                    |
| 0.38 . . . .  | 98.0                    |                                 | 90.0      |                           | 50                 |
|   |                         | - 1.3                           |           | + 4.0                     |                    |
| 3.45 . . . .  | 96.7                    |                                 | 94.0      |                           | 49                 |
|   |                         | - 0.1                           |           | + 3.3                     |                    |
| 11.00 . . . .   | 96.6                    |                                 | 97.3      |                           | 45 $\frac{1}{2}$   |
| 9. Avant que de mouil-<br>ler 7.30' m. . . .                                    | 96.6                    |                                 | 97.3      |                           | 47                 |
| Mouillé alors, & con-<br>tinué de mouiller.                                     |                         | - 0.4                           |           | 0.                        |                    |
| 8.5 . . . .   | 96.2                    |                                 | 97.3      |                           | 51 $\frac{1}{2}$   |

|                        |            | <i>Hygr. de M.<br/>DE SAUS.</i>  | <i>Mon Hygr.</i>          | <i>Therm.<br/>de Fab.</i> |
|------------------------|------------|----------------------------------|---------------------------|---------------------------|
|                        |            | <i>Sa Marche<br/>vers l' Hu.</i> | <i>Sa Marche, &amp;c.</i> |                           |
|                        |            | + 1.2 . . .                      | — 12.0                    |                           |
| 10.35 . . .            | 97.4 . . . | 85.3 . . .                       | 68                        |                           |
|                        |            | — 1.2 . . .                      | + 12.7                    |                           |
| 5.40 s. . .            | 96.2 . . . | 98.0 . . .                       | 51                        |                           |
|                        |            | — 0.2 . . .                      | — 0.2                     |                           |
| 10. 8.20 sans mouiller | 96.0 . . . | 98.2 . . .                       | 47                        |                           |
| Mouillé, &c.           | 0. . . . . | 0.                               |                           |                           |
| 10.40 . . .            | 96.0 . . . | 98.2 . . .                       | 50                        |                           |
|                        |            | + 0.8 . . .                      | — 9.2                     |                           |
| 11.35 . . .            | 96.8 . . . | 89.0 . . .                       | 69½                       |                           |
|                        |            | + 0.2 . . .                      | — 7.0                     |                           |
| Midi 25 . . .          | 97.0 . . . | 82.0 . . .                       | 65                        |                           |
|                        |            | 0. . . . .                       | — 4.0                     |                           |
| 2.30 . . .             | 97.0 . . . | 78.0 . . .                       | 69                        |                           |
|                        |            | + 0.5 . . .                      | + 3.3                     |                           |
| 00.45 . . .            | 97.5 . . . | 81.3 . . .                       | 63½                       |                           |
|                        |            | — 0.7 . . .                      | + 16.1                    |                           |
| 11.00 . . .            | 96.8 . . . | 97.4 . . .                       | 45½                       |                           |

75. Les Observations que je viens de rapporter ne sont guère que la dixième partie de la suite dont je les ai extraites : je les ai choisies pour marquer les *Marches* correspondantes des deux Hygromètres par les changemens les plus considérables de *Température*. Toutes les autres observations offrent plus ou moins les mêmes disparités, tant de ces *Marches*, que de leur rapport avec la *Température*. On voit aussi par cet Extrait, comment M. DE SAUSSURE a pu se méprendre sur le degré

d'*Humidité* que produit cet Appareil & son rapport avec la *Température* ; puisque la plus grande étendue de ses variations a été de 3, 3 : tandis que celle du mien a été de 20, 2 ; & que de plus, la marche des petites variations de son Hygromètre a été presque toujours en sens contraire des grandes variations du mien ; ce qui a dû aider à le tromper.

76. Voulant savoir à quel point de l'Hygromètre de M. DE SAUSSURE correspondoit l'*Humidité extrême* réelle, je l'ai exposé plusieurs fois aux *Brouillards*, avec le mien qu'ils amènent toujours exactement à 100. Voici une de ces Expériences, où j'employai deux Hygromètres de M. DE SAUSSURE ; le mien, & un autre que j'empruntai de M. GEORGE ADAMS. L'observation est du 15 Janvier dernier. Aussi-tôt que ces deux Hygromètres furent suspendus hors de ma fenêtre, à 8h. 20' du matin, ils dépassèrent l'un & l'autre l'*Humidité extrême* d'environ 1° (au commencement de mes Expériences, celui qui m'appartient la dépassoit de plus de 2°) : puis ils *rétrogradèrent* ; & voici la suite des Observations.

|             | <i>Mon Hygr. de</i><br><i>M. De Sauf. SaM.</i> |       | <i>à M. Adams</i><br><i>SaM.</i> |       | <i>Le mien</i><br><i>SaM.</i> |       | <i>Therm.</i> |
|-------------|--|-------|----------------------------------|-------|-------------------------------|-------|---------------|
| 8.25 . . .  | 98.0   | . . . | 99.0                             | . . . | 98.3                          | . . . | 34            |
|             |  | —1.0  | . . .                            | —0.6  | . . .                         | +1.3  |               |
| 0.32 . . .  | 97.0   | . . . | 98.4                             | . . . | 99.6                          | . . . | 33½           |
|             |  | —0.5  | . . .                            | —0.2  | . . .                         | +0.4  |               |
| 0.47 . . .  | 96.5   | . . . | 98.2                             | . . . | 100.0                         | . . . | 33½           |
|             |  | —0.2  | . . .                            | —0.3  | . . .                         | 0.    |               |
| 9.22 . . .  | 96.3   | . . . | 97.9                             | . . . | 100.0                         | . . . | 34            |
|             |  | —0.2  | . . .                            | —0.2  | . . .                         | 0.    |               |
| 10.22 . . . | 96.1   | . . . | 97.7                             | . . . | 100.0                         | . . . | 34            |
|             |  | —0.1  | . . .                            | 0.    | . . .                         | 0.    |               |
| Midi . . .  | 96.0   | . . . | 97.7                             | . . . | 100.0                         | . . . | 35            |

77. Il paroît donc, que le point de l'*Humidité extrême* réelle sur l'Hygromètre de M. DE SAUSSURE n'est pas celui du plus grand *allongement* du *Cheveu*; comme le point de la *Glace fondante* sur le Thermomètre d'*Eau*, n'est pas celui de la plus grande *condensation* de ce Liquide. Je n'ai pas pu déterminer ce premier point; soit à cause que les deux Hygromètres ci-dessus l'indiquèrent différemment; soit parce que dans le cours de mes Expériences sur celui qui m'appartient, il s'est approché de moins en moins de son point 100 en l'exposant au *Brouillard*: la dernière fois que je l'y ai exposé, il n'y a que peu de jours, il n'est allé d'abord qu'à environ 94°, & s'est fixé à 90°, le mien étant à 100.

78. Par la Cause même de cette *rétrogradation* de l'Hygromètre de M. DE SAUSSURE aux



approches de l'*Humidité extrême*, ses variations font en général très-petites dans les Tems *humides* ; mais elles s'aggrandissent à mesure que l'*Humidité* diminue, ce qui produit la grande étendue de son Échelle totale. Dans mes premières Experiences, je lui ai vu dépasser son Point 0 d'environ 3° ; tandis que le mien n'étoit qu'à 0. Depuis lors il ne l'atteint plus, quoique le mien y arrive, & que la *Sécheresse extrême* soit indiquée par les effets des différences de *Chaleur*. Il semble donc que ce *Cheveu* aît perdu de son expansibilité dans le cours de mes Expériences ; car je ne lui apperçois aucune autre cause de dérangement.

79. D'après la Marche du *Thermomètre d'Eau*, comparativement à d'autres symptômes de *Chaleur*, j'avois soupçonné, que les changemens de Volume de ce Liquide étoient les sommes de deux changemens en sens contraire, produits également par les variations de la *Chaleur*, mais qui ne suivoient pas une même Loi. J'avois, dis-je, soupçonné cette combinaison, par la Marche finale seule de ce *Thermomètre* ; quoique l'*Eau*, à cause de sa Fluidité, se conforme trop promptement aux diverses Causes qui agissent sur elle, pour qu'on y puisse appercevoir leurs Effets distincts. Mais il n'en est pas de

même des Solides, à cause du Frottement qu'éprouvent leurs Particules entr'elles, qui les fait obéir par *sauts* aux Causes qui les déplacent : c'est pour cela qu'on apperçoit dans l'Hygromètre de M. DE SAUSSURE, les actions distinctes des deux Causes que j'ai indiquées, & dont je vais décrire plus particulièrement la Marche.

80. Outre la *Rétrogradation* dont j'ai parlé ci-dessus, qui appartient à la *Marche finale* de cet *Hygromètre*, & qui se manifeste aux approches de l'*Humidité extrême* ; comme celle de l'*Eau* se manifeste aux approches de sa *Congélation* ; on observe une autre *Rétrogradation*, qui affecte tous ses Mouvements, quand ils sont rapides, & qui procède, de ce que l'*allongement* des Fibres est de beaucoup plus prompt que l'*élargissement* des Mailles, quand l'*Humidité* augmente ; & que de même, le *raccourcissement* des Fibres est plus prompt que le *resserrement* des Mailles, quand l'*Humidité* diminue : ce qui, lorsque les changemens de l'*Humidité* sont subits, donne à cet Hygromètre une Marche *tremblottante*.

81. C'est aux changemens de *longueur* des Fibres du *Cheveu*, qu'est due l'apparence de très-grande *sensibilité* qu'a cet *Hygromètre* ; mais

il passe ainsi le point où il doit se fixer, & il n'y revient que lentement. Quand je transporte cet *Hygromètre* avec le mien dans un lieu où l'*Humidité* est fort différente de celle d'où je les tire, il le devance d'abord beaucoup : mais il va trop loin, & il rétrograde. Toute la Marche est alors par *élans* & *reculs* ; à-peu-près comme on avance en montant une Colline de Sable dont la pente est fort rapide : & toujours il y un grand *recul* final ; de sorte que lorsqu'il vient à se fixer, le mien est aussi arrivé à son point. Je vais donner un Exemple de ces Marches correspondantes, dans une observation où j'employai les deux *Hygromètres* de M. DE SAUSSURE dont j'ai parlé ci-devant.

82. Ces deux *Hygromètres* étoient d'abord sous la *Cloche humide* avec le mien, & je les y avois observés long-tems. Puis, pour l'Expérience dont il s'agit, après une dernière observation sous la Cloche, je l'enlevai promptement, j'ôtai du Bassin le Support auquel tous les Instrumens étoient suspendus, & je le plaçai en cet état dans un autre endroit de la Chambre, où je fis les Observations suivantes.

|                 | <i>Mon Hygr. de</i><br><i>M. De Sauss. Sa Mlar.</i> | <i>à M. Adams</i><br><i>Sa M.</i> | <i>Le mien</i><br><i>Sa M.</i> | <i>Therm.</i> |
|-----------------|---|-----------------------------------|--------------------------------|---------------|
| Dans l'Appareil |   |                                   |                                |               |
| 11.40m. . .     | 96.3 . . .  | 98.5 . . .                        | 98.0 . . .                     | 36            |
| Hors de l'App.  | —12.3 . . .   | —14.5 . . .                       | —20.7 . . .                    |               |
| +5 . . .        | 84.0 . . .  | 84.0 . . .                        | 77.3 . . .                     | 38            |
|                 | + 4.0 . . .   | + 5.0 . . .                       | — 3.0 . . .                    |               |
| +8 . . .        | 88.0 . . .  | 89.0 . . .                        | 74.3 . . .                     | 38            |
|                 | + 2.5 . . .   | 0. . . .                          | — 1.0 . . .                    |               |
| 56 . . .        | 90.5 . . .  | 89.0 . . .                        | 73.3 . . .                     | 38            |
|                 | + 0.1 . . .   | + 0.5 . . .                       | — 0.7 . . .                    |               |
| Midi 5 . . .    | 90.6 . . .  | 89.5 . . .                        | 73.0 . . .                     | 38            |
|                 | + 0.3 . . .   | + 1.4 . . .                       | — 0.7 . . .                    |               |
| 18 . . .        | 90.9 . . .  | 90.9 . . .                        | 72.3 . . .                     | 38½           |
|                 | + 0.2 . . .   | 0. . . .                          | — 0.3 . . .                    |               |
| 35 . . .        | 91.1 . . .  | 90.9 . . .                        | 72.0 . . .                     | 39            |

On voit encore dans cet Exemple, la *Marche* de l'*Hygromètre* de M. DE SAUSSURE; c'est-à-dire son peu de Variation finale à ce degré d'Humidité, comparativement au mien. Et quant à la *Sensibilité*, pour laquelle principalement j'ai rapporté cette Observation, on voit; que quoique le premier Mouvement des deux Hygromètres de M. DE SAUSSURE fût très-prompt, ils n'arrivèrent pas plus tôt que le mien à l'équilibre avec l'*Humidité* du lieu.

83. Quoique j'ignore encore la *Marche* de mon *Hygromètre* comparativement à des Changemens réels de l'*Humidité*, je ne saurois douter qu'elle ne leur soit plus proportionnelle que celle de l'*Hygromètre* de M. DE SAUSSURE.

Les *rétrogradations* sensibles qui affectent toute la Marche de cet Instrument, vont en décroissant à mesure que l'*Humidité* diminue ; ainsi leur Cause ne modifie pas toujours de la même manière, celle qui affecte la *longueur* des Fibres du *Cheveu* : par où, tandis que certaines quantités absolues de changement dans l'*Humidité*, font très-peu d'effet total sur cet *Hygromètre* quand l'*Humidité* est grande, opèrent même en sens contraire quand elle est très-grande ; ces mêmes quantités absolues opèrent de plus en plus, à mesure que l'*Humidité* diminue. On ne peut donc pas conclure, des changemens observés sur cet *Hygromètre*, à des changemens proportionnels dans l'*Humidité* ; & si on le fait, on se trompe sur la Marche des Phénomènes & sur leurs Causes ; ce dont je vais donner un exemple dans une des *Loix* que M. DE SAUSSURE a déterminées d'après ses Expériences.

84. Voulant connoître *quel étoit sur l'Hygromètre l'effet de la Raréfaction de l'Air*, il renferma à plusieurs fois un de ses *Hygromètres* sous le Récipient d'une Pompe pneumatique, où il introduisit des *Vapeurs* tandis qu'il étoit encore rempli d'Air ; observant alors l'état de l'*Hygromètre* : puis il pompoit des quantités déterminées de cet *Air*, & observoit les change-

mens qui s'opéroient sur l'*Hygromètre*. Dans celle de ces Expériences sur laquelle il compte le plus, parce que le Thermomètre resta constamment au même degré dans la Chambre, il pompa l'*Air* par huitièmes de sa quantité au commencement de l'Expérience ; l'*Hygromètre* se trouvant alors à 97,37 : & les quantités de Degrés qu'il parcourut vers la *Sécheresse*, par chacune de ces soustractions successives des mêmes quantités d'*Air*, furent ainsi : 4,75. 4,98. 5,70. 6,65. 7,37. 9,50. 11,16. 17,69.

85. Ne soupçonnant pas son *Hygromètre* d'être la Cause de cet accroissement des Nombres qui exprimoient les *desèchemens* successifs, M. DE SAUSSURE ne douta point, que ceux-ci n'allassent en croissant dans les mêmes rapports ; & cherchant la Cause de ce Phénomène, il crut la trouver dans sa *Théorie générale des Affinités hygrométriques* (p. 138) ; Théorie dans laquelle il regarde l'*Air* comme un *Dissolvant* de l'*Eau*. Voici donc comment il explique ce Phénomène apparent.

86. “ D'après les Loix générales de l'Attraction (dit-il) l'*Air* doit attirer les Particules des Vapeurs avec moins de force lorsqu'il est rare, lorsque ses Molécules sont en



“ petit nombre, que quand il est dense. Par  
“ conséquent le Cheveu, auquel la raréfaction  
“ de l’Air n’ôte rien de sa force attractive, doit  
“ avoir une force d’attraction relativement plus  
“ grande dans un Air rare que dans un Air  
“ dense; & par cela même il doit alors ab-  
“ sorber une plus grande quantité de Vapeurs,  
“ & indiquer une humidité plus grande qu’il  
“ ne feroit, toutes choses d’ailleurs égales, dans  
“ un Air plus dense. Ainsi, lorsque l’Air en  
“ sortant du récipient a entraîné avec lui une  
“ moitié des Vapeurs, la moitié restante, plus  
“ fortement attirée par le Cheveu que par l’Air  
“ qui reste, affecte ce Cheveu plus qu’elle  
“ n’auroit fait si l’Air eût conservé toute sa  
“ densité; & ainsi l’Hygromètre indique par-  
“ là plus de Vapours qu’il n’en reste réelle-  
“ ment dans le Récipient. Lors donc qu’on  
“ épuise un Récipient par gradation, les pre-  
“ mières opérations dessèchent le Cheveu dans  
“ une raison moins grande que celle de la  
“ raréfaction de l’Air. Mais les opérations  
“ subséquentes produisent des effets continuel-  
“ lement plus grands, parce qu’elles entraînent  
“ des parties aliquotes continuellement plus  
“ grandes des Vapeurs actives qui sont restées  
“ dans le Récipient.”

87. Je n'ai pas cru nécessaire d'exposer formellement dans cet Ouvrage, les raisons pour lesquelles je n'admets pas l'Hypothèse de la *Dissolution de l'Eau par l'Air* ; me contentant de lui opposer un autre Systême sur l'*Évaporation*. Mais comme le *Dessèchement* produit par la raréfaction de l'*Air* dans un Récipient ; Phénomène décrit avec beaucoup de détails par M. WILCKE dans les Nouv. Mém. de l'Académie de Suède de 1781, & confirmé par ces Expériences de M. DE SAUSSURE ; est un de ceux qui contredisent cette Hypothèse ; ce sera d'abord sous ce point de vue, que j'examinerai l'Expérience rapportée ci-dessus. M. DE SAUSSURE, il est vrai, a reconnu l'existence des *Vapeurs*, comme produit immédiat de l'*Évaporation* ; mais il suppose ensuite, que ces *Vapeurs* sont *dissoutes* par l'*Air* ; c'est-à-dire, que l'*Air* s'en empare comme le feroit toute Substance *hygroscopique* : par où il n'a pas changé essentiellement l'Hypothèse commune.

88. Nous devons donc considérer l'*Eau*, qui a été introduite dans le Récipient plein d'*Air*, comme possédée par *Affinité*, tant par la Substance de l'*Hygromètre*, que par les Particules de l'*Air* ; de sorte qu'extraire une partie de l'*Air*, fera réellement enlever une partie des Substances

*hygroscopiques* renfermées dans le lieu ; laquelle partie fera chargée de sa portion d'*Eau*. Quelle feroit donc la Cause de la diminution de l'*Humidité* dans ce lieu ; puisque le degré d'*Humidité* ne consiste point, dans la quantité absolue d'*Eau*, mais dans celle qu'en possèdent les Substances hygroscopiques, comparativement à la quantité qui les *sature* ? (§§ 27 & 28)

89. Si donc on ne s'écarte pas du vrai sens du Mot *Humidité*, on reconnoîtra en général : que des changemens dans la quantité d'une ou de plusieurs Substances hygroscopiques dans un même lieu, ne peuvent y faire varier l'*Humidité*, tant que celles qui entrent ou sortent, ont une même quantité proportionnelle d'*Eau* que le reste. Et si l'*Air* étoit une de ces Substances ; comme on l'a supposé ; quelque quantité qu'on en soutirât du Récipient de l'Expérience, le reste y conserveroit sa portion d'*Eau*, tout comme la Substance de l'*Hygromètre* ; par où l'*Humidité* resteroit absolument au même degré sous le Récipient. Puis donc que cela n'est pas ; & qu'au contraire l'*Humidité* y diminue beaucoup à mesure qu'on pompe l'*Air* ; il faut nécessairement que l'*Évaporation* soit due à quelque autre Cause qu'à la *Dissolution*, soit de l'*Eau* soit des *Vapeurs*, par l'*Air*.

90. L'Évaporation dans le *Vuide*, a toujours été la pierre d'achoppement de l'Hypothèse que j'examine ; où l'on n'a trouvé d'autre ressource pour ce cas, que celle de supposer : que l'Évaporation qui se fait dans le *Vuide*, n'est pas de même Espèce que celle qui a lieu dans l'*Air*. Je ne m'arrêterai pas ici aux diverses manières dont on a essayé d'expliquer cette différence ; parce qu'il me semble qu'une Hypothèse inutile tombe d'elle-même. Celle-ci est inutile, par la seule substitution du *Feu* à l'*Air*, pour *Dissolvant* de l'*Eau*. Et si l'on considère seulement, que dans le *Vuide* comme dans l'*Air*, le Liquide qui s'évapore, se refroidit ; qu'il se refroidit même plus rapidement dans le *Vuide* que dans l'*Air*, parce que l'Évaporation y est plus prompte ; je crois qu'on ne balancera pas à assigner au *Feu* seul, la cause de toute Évaporation, sans aucune intervention, médiate ou immédiate, de l'*Air*.

91. C'est par-là aussi que s'explique le Phénomène rapporté par M. DE SAUSSURE, que je viens de montrer inexplicable par l'Hypothèse qu'il a adoptée. Dans cette Hypothèse, je le répète, pomper une partie de l'*Air* qui a dissout les *Vapeurs*, c'est enlever une partie des Substances hygroscopiques, avec leur portion

d'*Eau*, & laisser ainsi tout le reste au même degré d'*Humidité*. Au lieu que dans mon Système ; enlever, avec l'*Air*, une portion des *Vapeurs*, Fluide expansible distinct de l'*Air* ; c'est bien aussi enlever une Substance *hygroscopique*, savoir le *Feu*, avec sa portion d'*Eau* ; ce qui d'abord laisse l'*Humidité* au même degré : mais bientôt, de nouveau *Feu*, dépouillé d'*Eau*, revient dans l'Espace au travers de ses Parois ; & comme, dans le cas supposé, la Substance de l'*Hygromètre* & les *Vapeurs* demeurées dans le Récipient, y sont les seules sources d'*Eau*, ce nouveau *Feu* leur en enlève, & l'*Humidité* diminue.

92. Je viens maintenant au Phénomène particulier que présente l'Expérience de M. DE SAUSSURE, savoir ; que les nombres des *Degrés* de son Hygromètre qui marquoient les quantités successives de *dessèchement*, alloient en croissant, quoique les soustractions successives d'*Air* fussent égales entr'elles. L'explication qu'il a donnée de ce Phénomène, si elle étoit solide, contrediroit le Fait, soit le *dessèchement* réel ; & feroit ainsi un argument en faveur de l'Hypothèse qu'il vouloit refuter. Cette explication est ; que l'*Air* devenu plus rare , a moins de *pouvoir d'attraction* pour

les *Vapeurs* : & l'Hypothèse qu'il vouloit réfuter, est ; que la *Raréfaction* de l'*Air*, occasionne la *précipitation* de l'*Eau*. J'ai donc réfuté cette Hypothèse, en lui opposant l'argument contraire, qui me paroît être vrai. Les *Loix générales de l'attraction*, soit celles de la *Gravité*, auxquelles M. DE SAUSSURE a recours, ne sont pas applicables au cas présent ; ce sont les *Loix* seules des *Affinités* qui l'intéressent. Or il est certain ; soit par la Théorie même des *Affinités*, soit par l'Expérience dans toute *dissolution* ; qu'un plus grand écartement des Particules d'une *Menstrue*, loin de produire la *précipitation*, ou l'abandon plus aisé, de la Substance qu'il a dissoute, lui donne au contraire le pouvoir de la retenir plus fortement. Si donc l'*Air* étoit le *dissolvant*, soit immédiatement de l'*Eau*, soit de *Vapeurs* d'abord formées ; loin qu'on produisît une *précipitation* de cette *Eau* en le raréfiant, on la lui feroit retenir avec plus de force. M. DE SAUSSURE a fort bien montré lui-même, contre sa propre Hypothèse, que le *Brouillard* qu'on voit quelquefois dans les Récipients où l'on pompe l'*Air*, donné pour preuve que l'*Humidité* augmente par la *Raréfaction* de l'*Air*, provenoit d'une toute autre Cause. Il est dommage qu'il aît tenu



encore à la *Dissolution* de l'*Eau* par l'*Air*, sous la forme de la *Dissolution* des *Vapeurs*; car, sans ce Préjugé, il n'auroit pu que faire de grands Pas dans la Carrière où il étoit entré.

93. Ce ne peut donc pas être la Cause imaginée par M. DE SAUSSURE, qui a produit ces *accroissemens* des Nombre des Degrés de son Hygromètre, correspondans aux *desfèchemens* successifs dans son Récipient. Si son Hypothèse principale étoit fondée, il n'y auroit point eu de desfèchement (§ 89): si l'Hypothèse secondaire l'étoit, il y auroit eu au contraire *augmentation* de l'*Humidité* (§ 92). Je ne faurois donc voir dans la Suite *croissante* des Nombres qui expriment les *desfèchemens* successifs (§ 84), qu'une nouvelle preuve de la *Marche* que j'ai assignée à son Hygromètre: tellement que s'il y eût employé le mien, il auroit probablement observé des *desfèchemens* égaux, ou sensiblement tels.

94. Si cette conjecture est vraie (ce dont le Lecteur pourra juger) il en résulte; que la *Marche* du Thermomètre de M. DE SAUSSURE, introduit nécessairement de grandes erreurs dans les résultats immédiats des Expériences hygrométriques; & qu'ainsi les Formules qu'il en a conclues, & les Tables qu'il a dressées, sont

affectées de ces erreurs. Cependant son travail à cet égard ne laisse pas d'avoir de l'importance ; car, quoique ses résultats ne soient pas encore des Règles, ils tracent du moins une marche à suivre, pour arriver à des découvertes importantes. Il y a long-tems que j'avois en vue de pareilles Expériences, pour analyser la Marche de l'*Hygromètre*, tant par la raréfaction de l'Air que par la Chaleur ; & j'en avois même l'Appareil tout prêt, exécuté par M. NAIRNE. Mais j'y trouvai d'abord de grandes difficultés ; & l'*Hygromètre* lui-même a toujours exigé tout le tems que j'ai pu consacrer à l'Hygrométrie pratique, sans que je sois arrivé au point que je desire : de sorte que je suis loin encore d'entreprendre rien de pareil.

95. Il ne me reste plus qu'un mot à dire sur l'Hygrométrie en général ; il regarde la *Marche comparative* des *Hygromètres* semblablement construits. Nous n'aurons probablement jamais dans cet Instrument, l'avantage que nous trouvons à cet égard dans le *Thermomètre* ; parce que les Substances *hygroscopiques* sont moins homogènes dans leurs Espèces, que ne le sont les Liquides dont le *Thermomètre* est fait, dès qu'ils manifestent les mêmes Propriétés. Cependant cette homo

généité seroit nécessaire, pour que les *Hygromètres* semblablement construits, marchassent de concert dans toute l'étendue de leurs Échelles.

96. L'*Hygromètre* de M. DE SAUSSURE a un avantage à cet égard ; en ce que la Cause qui modifie les Changemens de longueur des Fibres du *Cheveu*, surmonte enfin ces Changemens. Alors donc elle se manifeste, & l'on peut connoître son degré d'intensité dans chaque *Cheveu*. Ainsi M. DE SAUSSURE, en rejetant tous les *Cheveux* dont la *Rétrogradation* excède une certaine petite quantité, prépare l'accord de ses propres *Hygromètres* ; ce qui, si le *Cheveu* étoit propre d'ailleurs à l'Hygrométrie, seroit une circonstance très-avantageuse. J'ai fait l'épreuve de son influence, en observant les deux *Hygromètres* dont j'ai parlé ci-dessus, mis ensemble dans une Bouteille avec de la Chaux. L'opération fut très lente, & ils se suivirent fort bien ; car dans cette partie de leur Échelle, où leur Marche est fort agrandie, je compte pour peu de chose des différences d'1 à 2 degrés.

97. Je n'ai rien encore de bien déterminé sur ce point, à l'égard de mes propres *Hygromètres*. Les premiers n'avoient qu'un seul *Point fixe* ; ainsi

je n'avois pas lieu d'être fort délicat sur leur *Marche comparative* : & depuis que j'ai changé leur Construction, je n'ai jamais pu les observer convenablement à cet égard. La nécessité m'a conduit peu à peu à faire moi-même mes Instrumens : je perdois trop de tems & de peine, à employer des Ouvriers dans tous les changemens successifs que l'Expérience me dictoit. Mais cela même m'a pris beaucoup de tems : de sorte qu'avec nombre d'Hygromètres commencés, je n'en avois pas eu encore deux, absolument semblables, jusques dans ce Mois-ci, où j'en ai possédé deux durant quelques jours : ils s'accordoient fort bien ; mais un accident m'a privé de l'un des deux. C'est donc là une des recherches dont je suis occupé, & sur laquelle il me reste encore beaucoup de travail à faire.

98. Cependant ce n'est plus comme objet de première importance dans l'*Hygrologie*, que je consacrerai encore ce tems à l'*Hygromètre* ; c'est uniquement, parce que j'avois dessein de m'en occuper une fois ; & que l'ayant repris, il me sera plus aisé de le conduire maintenant au point où je me propose de le laisser, que si je renvoyois cette entreprise à un autre tems. Mais d'ailleurs, les *Hygromètres* que j'ai eu suc-

cessivement, m'ont déjà fait entrevoir bien plus d'objets d'*Hygrologie* & de *Météorologie*, que je ne serai capable d'en suivre. C'est ce qui m'avoit fait suspendre mon Travail sur l'*Hygrométrie*, afin de publier plus tôt les premiers Résultats de mes Observations : & quoique j'aie changé de plan, j'espère de remplir à-peu-près le même but, par la publication de cet Ouvrage,



---

## P A R T I E II.

*Des VAPEURS, considérées comme une*  
CLASSE de FLUIDES EXPANSIBLES.

---

### C H A P. I.

*Caractère distinctif des VAPEURS, comparative-  
ment aux FLUIDES AÉRIFORMES.*

99. **L**A longue étude que j'ai faite des *Vapeurs aqueuses* & de leurs Modifications, m'a conduit par degré, à envisager les *Fluides expansibles*, sous divers Rapports, qui échappent dans les observations ordinaires. A la formation de ces *Vapeurs*, naît un *Fluide*, qui se soustrait à la Vue comme l'Air, qui agit mécaniquement comme l'Air; mais qui revient à ses premiers Éléments, par des Propriétés qui lui sont particulières. Après donc avoir été invisible, & impalpable comme *Fluide* distinct de l'Air, ses Ingrédients reparoissent. C'est



d'abord une Substance purement *grave*, palpable & visible, savoir l'*Eau* : puis un *Fluide* connu ; dont la Force expansible est plus grande que celle du *Fluide* décomposé ; qui se rend sensible par la *Chaleur* ; & qui alors occupe seul, dans l'*Air* qu'il *dilate*, la place qu'y occupoit la *Vapeur aqueuse*. C'est-là un premier coup-d'œil sur les Modifications comparatives des *Fluides atmosphériques*, qui me parut dès l'entrée un sujet de grande attention.

100. Ce fut d'après ces premières Idées, que je découvris le vice d'une Hypothèse de LEIBNITZ, sur la Cause des *Variations* du *Baromètre* sédentaire. Il considéroit d'abord l'*Eau* suspendu dans l'*Air*, comme le chargeant de *tout son Poids* : puis, la suivant dans sa *chûte*, il ne la voyoit plus *peser* que comme un *pareil volume d'air*. Supposant donc, que les premières Gouttelettes qui formoient la *Pluie*, pouvoient tomber de fort haut, & ainsi quelque tems avant la *Pluie* ; il attribuoit l'abaissement du *Baromètre* à leur *chûte*. Il en donnoit pour exemple, un Corps *léger* & un Corps *pesant*, réunis par un fil, & plongés ensemble dans un *Liquide* où ils demeureroient suspendus ; le Vase étant posé sur l'une des Coupes d'une Balance : ajoutant ; qu'au moment où l'on coupe-

roit le fil, & avant que le Corps *pesant* fût arrivé au fond du Vase, la Balance trébucheroit de l'autre côté ; ce qui est vrai. Mais je montrai d'abord, que le cas proposé n'étoit pas analogue à celui auquel il devoit servir de preuve ; que son Hypothèse ne concernoit que la pression de chaque Colonne sur sa base, & supposoit le cas, où le Corps *léger*, étant séparé du Corps *pesant*, resteroit néanmoins submergé ; cas où je prouvois, que la chute du Corps *pesant*, ne changeroit rien à la pression de la Colonne sur sa Base. Puis, appliquant cet exemple à la chute de la *Pluie*, & assimilant au Corps *léger*, le *Feu*, qui reste dans l'*Air* & le dilate, je montrai ; que cette chute ne changeoit rien au Poids des Colonnes sur leur Base. Enfin, comme l'Hypothèse se trouvoit ainsi sans fondement, je fis voir de plus ; que même en l'admettant, elle n'expliquoit pas les Phénomènes. (*Rech. sur les Mod. de l'Atm.* §. 166 & suiv.)

101. J'examinai ainsi la plupart des Hypothèses météorologiques ; les comparant toujours aux Phénomènes des *Vapeurs aqueuses*, & à ce que j'en avois conclu sur leur Nature & leurs Modifications : & dans ces examens, étant toujours occupé des rapports de ces *Vapeurs* avec

*l'Air* ; de leurs ressemblances & de leurs différences ; je ne pouvois m'empêcher de douter quelquefois, que *l'Air* fût une Substance *simple* : plusieurs de ses Phénomènes me paroissant inexplicables, par de simples Actions mécaniques d'un *Fluide expansible*.

102. Mon Esprit fut ainsi préparé à recevoir avidement, & à étudier avec la plus grande attention, tout ce que les premières Expériences du Dr. PRIESTLEY commencèrent à nous apprendre, sur les *différentes Espèces d'Airs*, leurs *compositions* & leurs *décompositions* ; & ces Phénomènes me parurent dès-lors un Échelon pour nous élever dans la gradation des *Agens physiques*. Une des circonstances encore qui me frappèrent dans ces Expériences, fut ; que la *Chaleur* s'y trouvoit presque toujours intéressée, soit spontanément, soit comme appliquée aux Substances : & comme j'étois accoutumé dès long-tems à envisager le *Feu* comme un *Fluide expansible*, Agent immédiat de la *Chaleur*, mais formant de plus des *Composés* ; je crus appercevoir dans ces Expériences, le prélude de grandes découvertes sur les *Fluides atmosphériques*. Enfin la *Lumière* même paroissant agir dans plusieurs Phénomènes, comme substance exerçant des *Affinités chimiques* ; je compris, que toute la

Chymie n'avoit encore été qu'une sorte d'Empirisme ; qu'on y parloit de *Causes*, fans en connoître aucune ; & que les Ingrédients les plus importans des Substances soumises à l'Analyse chymique avoient échappé à nos Devanciers. C'est de l'ensemble des Faits (qui se sont multipliés si rapidement dans cette nouvelle route), joint à mes propres recherches, que se sont formées chez moi les Idées générales que je vais exposer maintenant.

103. De tous les *Fluides expansibles* qui se font immédiatement appercevoir à nos Organes, la *Lumière*, considérée dans ses diverses Classes de Particules, est probablement le seul qui soit réellement *élémentaire* ; c'est-à-dire, dont les Particules soient inaltérables par les Causes physiques. Tous les autres sont des *Composés*, qui se forment & se détruisent sans cesse ; & la plupart des Phénomènes physiques sont liés à ces compositions & décompositions.

104. Ces *Fluides* sont ceux que je nomme *atmosphériques* en général : leur caractère distinctif, est, de *tomber* vers la Terre ; ce qui, dans la définition que j'ai donnée d'entrée de ces Fluides, signifie ; que la Vitesse de leur Chûte vers la Terre, a un rapport sensible avec celle de leur Mouvement propre : par où ils

restent auprès de la Terre & forment son Atmosphère. Ceux de ces *Fluides* qui ne traversent ni le Mercure ni le Verre, & qui par-là ne pressent la Colonne *barométrique* qu'à l'extérieur, sont les *Fluides atmosphériques* grossiers: ce sont ceux qui forment le *Poids* connu des Colonnes de l'Atmosphère, & qui peuvent même être pesés à la Balance. Mais il existe d'autres *Fluides atmosphériques* plus subtils, tels, par exemple, que le *Feu* & le *Fluide électrique*; dont le *Poids* ne nous est pas encore connu, soit parce qu'il échappe à nos Balances les plus délicates, soit parce qu'il est masqué par d'autres causes de Mouvement, qui se trouvent dans ces Fluides mêmes.

105. Outre que la *Lumière* est de tous les Fluides expansibles que nous pouvons soumettre à l'Expérience, le seul qui soit inaltérable; ce *Fluide* est encore le seul qui ne soit pas *atmosphériques*: ce qui résulte de la prodigieuse *Vitesse* du Mouvement de ses Particules, avec laquelle la *Vitesse* de leur *Chûte* vers la Terre n'a aucun rapport sensible. Elles passent donc auprès des grands Corps, sans que leur route y soit sensiblement fléchie, & continuent de se mouvoir en ligne droite. Mais elles sont soumises à des *Affinités* très-variées & très-puissantes, par lesquelles



quelles elles peuvent être asservies comme toute autre Substance terrestre.

106. Il résulte encore de cette prodigieuse *Vitesse* de la *Lumière*, dont les Astronomes néanmoins font parvenus à nous donner une idée déterminée, que dans un grand nombre de ses compositions par Affinité avec d'autres Substances, ses Particules ne cessent pas de se mouvoir : seulement, leur Course est ralentie : & par le changement de Forme dans leurs Groupes, il arrive à la plupart ; qu'au lieu de continuer à se mouvoir en *ligne droite*, par la Cause mécanique de leur Mouvement, elles changent sans cesse de direction dans leurs routes ; mais en diverses manières dans les diverses Espèces ; & parcourent ainsi des *Courbes* différentes ; ce qui contribue pour une grande partie à la différence de leurs Phénomènes.

107. La Source principale de la *Lumière* pour la Terre, dans son état présent, est le Soleil ; & c'est par cette Substance que tout y est entretenu en action. La Terre & son Atmosphère reçoivent sans cesse, dans quelque-une de leurs parties, une nouvelle quantité de *Lumière*, & en rendent simultanément une portion dans l'Espace : le reste leur demeure



pour un tems, s'unissant par Affinité à d'autres Substances, & ne reparoissant que dans les Phénomènes *phosphoriques* de toute espèce. La *Lumière*, dans cet état *latent*, fait un des Ingrédients de la plupart des Substances sensibles; & les *Fluides atmosphériques* en particulier, lui doivent, ou immédiatement, ou médiatement, l'*expansibilité* dont ils jouissent, soit le Mouvement de leurs Particules: ils le lui doivent immédiatement, lorsqu'elle entre dans leur composition comme *Lumière* simple, & qu'ainsi ils ne peuvent se décomposer sans être *phosphoriques*; & médiatement, lorsque quelqu'un de ces premiers Composés de la *Lumière*, entre ensuite comme Ingrédient, dans la composition de quelque *Fluide atmosphérique* grossier. Il peut donc arriver à ces *Fluides* (& c'est le cas le plus ordinaire) de se décomposer, sans être *phosphoriques*; laissant seulement échapper alors un *Fluide* plus *expansible* qu'ils ne l'étoient eux-mêmes.

108. Tous les *Fluides atmosphériques* étant ainsi des Composés, & leur *expansibilité* n'étant due qu'à l'un de leurs Ingrédients, je désignerai celui-ci par une expression qui rappellera sa nature, en le nommant *Fluide différent*; & je nommerai Substances purement *graves*, les au-

tres Ingrédients de ces *Composés*, qui ne jouissent de la Faculté *expansive* que par leur union à l'autre Substance. Ainsi le *Feu* fera le *Fluide déférent* des *Vapeurs aqueuses*, & l'*Eau* leur Substance purement *grave*.

109. Tous les *Fluides expansibles* soumis à nos Expériences, excepté encore la *Lumière*, ont donc un *Fluide déférent* immédiat, & une ou plusieurs Substances purement graves; mais il y a entre ces *Fluides* des différences très-clairement caractérisées, d'après lesquelles je les diviserai en deux Classes, sous les Noms de *Vapeurs* & de *Fluides aëriiformes*: voici ces Caractères distinctifs.

110. *Première différence.* Les *Fluides aëriiformes* peuvent subir tout degré connu de Pression sans se décomposer: au lieu que les *Vapeurs* se décomposent quand elles éprouvent une Pression trop grande: les Particules de la Substance purement *grave* de celles-ci, arrivant alors à une trop grande proximité, se réunissent & abandonnent le *Fluide déférent*, qui s'échappe, & reparoît alors en produisant ses Effets propres. Dans les *Vapeurs aqueuses*, comme je l'ai montré ci-devant, ce sont les Particules d'*Eau* qui se réunissent dans ce cas; & leur

*Fluide déférent*, qui est le *Feu*, se manifeste par les Phénomènes de la *Chaleur*.

III. *Seconde différence.* Les *Fluides aëriiformes* étant néanmoins des Mixtes comme les *Vapeurs*, ils sont fournis comme elles à des décompositions ; mais ils ne les subissent, que lorsqu'il s'exerce, entre leur Substance purement *grave* & quelque autre Substance, une *Affinité* qui l'emporte sur celle qu'a la première avec son *Fluide déférent*. Un *Fluide aëriiforme* est donc à l'abri de *décomposition*, quand il est renfermé dans un Vase de verre hermétiquement scellé. Mais les *Vapeurs* peuvent se décomposer dans un tel Vase, par des tendances qu'ont leurs *Fluides déférens* à s'échapper, pour rétablir certains *équilibres*, particuliers aux diverses *Espèces*. C'est ainsi que les *Vapeurs aqueuses* s'y décomposent, quand la *Chaleur* diminue à l'extérieur : le *Feu* abandonnant l'*Eau*, pour rétablir l'*équilibre* de Température. Et si le *Feu* redevient assez abondant à l'extérieur, il en rentre dans le Vase, & les *Vapeurs* se forment de nouveau.

III. *Troisième différence.* Quand les *Fluides aëriiformes* ont été une fois produits, leur composition est fixée : ils peuvent bien perdre quelqu'un de leurs *Ingrédients intimes* ; ou en ac-

quérir de nouveaux, & par-là changer de nature : mais ce ne peut être que par l'intervention de quelque autre Substance, & non par plus ou moins d'abondance des mêmes Ingrédients dont ils sont formés. Dans les *Vapeurs* au contraire, le rapport entre les quantités respectives des mêmes Ingrédients est très-variable ; il dépend de leur abondance comparative. Et comme c'est de leur *Fluide déférent* que leur vient leur *Faculté expansive* ; elle devient plus grande, toutes choses d'ailleurs égales, quand ce *Fluide* est proportionnellement plus abondant.

113. Ces trois Caractères distinctifs des *Vapeurs*, comparativement aux *Fluides aëriiformes*, procèdent d'une même Cause ; savoir, la faiblesse de l'union de leur Substance purement *grave* à leur *Fluide déférent*. C'est d'abord par-là que cette dernière Substance peut abandonner l'autre, par la seule tendance que ses Particules ont entr'elles quand elles arrivent à une certaine proximité. C'est encore par la même Cause, que le *Fluide déférent* peut à son tour, abandonner la Substance purement *grave*, pour rétablir certains *équilibres* qui le concernent. Enfin, c'est par la même Cause, qu'une plus grande abondance de *l'Fluide déférent*, pro-

cure plus de Force expansive à une même quantité de la Substance purement *grave* : soit qu'il en résulte une moindre quantité proportionnelle de celle-ci dans chaque Particule de *Vapeur* ; par où la Vitesse de celles du *Fluide déférent* est moins diminué ; soit qu'il y aît plus de *Fluide déférent* libre, prêt à se saisir des Particules de la Substance purement *grave* qui s'étoient réunies dans quelque instant de suffisante proximité.

114. Je nomme *Vapeurs*, cette Classe de *Fluides expansibles*, distincte par les trois Modifications précédentes ; & je lui donne ce Nom, parce que ce sont-là les Caractères que j'ai montrés dans les *Vapeurs aqueuses*, & qu'ils appartiennent aussi à d'autres *Fluides* connus dont je vais parler.



## C H A P. II.

## DU FEU.

## SECTION I.

*Des Substances qui ne sont connues que par les Phénomènes qu'elles produisent.*

115. **D'**APRÈS la définition que je viens de donner de la Classe des *Vapeurs*, j'y rangerai d'abord, le plus général & le plus actif des Agens physiques immédiats sur notre Globe, savoir le *Feu*. Ce Fluide n'est point un *Élément*, une Substance indestructible : il est composé de la *Lumière*, qui lui sert de *Fluide déférent* ; & d'une Substance purement *grave* ; qui se détache de la *Lumière* par simple compression ; dont elle se détache à son tour pour rétablir certain *équilibre* ; & à qui elle donne plus de *force expansible* quand elle est plus abondante. C'est donc à cause de ces trois Modifications du *Feu*, dont je donnerai les preuves, que je range ce *Fluide* dans la Classe des *Vapeurs*.

116. Je nommerai *Matière du Feu*, la Substance qui, avec la *Lumière*, compose le *Feu*.



Cette Substance n'est inconnue comme existant séparément de la *Lumière* & seule ; mais c'est le cas de tant d'autres Substances admises, qu'il n'en résultera point d'objection contre son existence, si les Phénomènes l'attestent. Presque toutes les Substances que nous connoissons immédiatement, ne sont que des *Mixtes*, dont les Ingrédients intimes ne paroissent jamais isolés ; de sorte que ces Ingrédients ne nous sont connus ; que par les Modifications qui en résultent dans ces Substances connues. Comme c'est-là un Principe dont je m'appuierai en d'autres occasions, je vais l'établir par des Exemples.

117. Les *Vapeurs aqueuses*, tandis qu'elles existent, ne se rendent point discernables par elles-mêmes ; & c'est par cette raison qu'on les méconnoissoit dans l'Atmosphère. Mêlées à l'*Air*, elles ne se distinguent point d'avec lui ; car elles sont transparentes comme lui ; & par-là on ne les apperçoit comme lui-même, que par leur résistance à la compression. Dans le Vuide d'*Air*, nous les prendrions pour un *Fluide aéri-forme*, si nous n'en jugions que par leurs Effets mécaniques, sans les soumettre à l'Analyse chymique.

118. Nous ne savons donc qu'il existe des *Vapeurs aqueuses*, qu'en observant leurs Effets mé-

chaniques quand elles se forment, ou en soumettant à l'Analyse, l'Air auquel elles se trouvent mêlées. Ainsi à leur formation ; dans un espace plein ou vuide d'Air, mais où l'introduction de tout Fluide expansible grossier se fait appercevoir par une augmentation de Pression ; cette augmentation a lieu, & le *Manomètre* l'indique. Si nous cherchons ensuite, quelle est la Pesanteur spécifique du nouveau *Fluide* introduit ; nous la trouvons plus de moitié moindre que celle de l'Air commun. Tels sont les Effets mécaniques, d'après lesquels nous nous assurons d'abord, que l'*Air* se trouve alors mêlé d'un *Fluide*, qui n'est pas lui-même, quoiqu'il soit *expansible* comme lui. Si nous introduisons dans le lieu qui renferme ce mélange de *Fluides expansibles*, certaines Substances, qui réduisent leur quantité à ce qu'elle étoit avant l'introduction du nouveau *Fluide* ; nous aurons dans ce Phénomène une nouvelle donnée, pour déterminer la nature du *Fluide* qui se trouvoit mêlé à l'*Air*. Enfin, si au moment où la *Pression* est diminuée dans le lieu, par la destruction de ce *Fluide expansible*, nous appercevons que la *Chaleur* augmente ; nous en concluons avec la plus grande probabilité : que le *Feu* étoit uni à quelque autre Substance dans ce *Fluide*, & que c'étoit

à lui que l'*expansibilité* étoit due ; car il occupera encore dans l'*Air* la place qu'y occupoit l'autre *Fluide*, jusqu'à ce qu'il soit sorti au travers des Parois du Vase.

119. Dans ce cas, sans doute, on pourra reconnoître, par l'augmentation de *Poids* dans la Substance *hygroscopique* qui a décomposé les *Vapeurs aqueuses*, qu'il y avoit quelque autre Substance unie au *Feu*. Mais nous pourrions n'avoir pas encore observé ce Symptôme ; nous pourrions même ignorer que cette Substance unie au *Feu* étoit l'*Eau* ; & il ne seroit pas moins raisonnable de conclure des autres circonstances : qu'il a existé dans cet Espace, un *Fluide expansible* différent de l'*Air* ; Fluide qui n'étoit pas le *Feu*, mais dont le *Feu* faisoit partie, s'y trouvant réuni à quelque Substance *inconnue* qui l'empêchoit de produire la *Chaleur*. Cette marche est la seule que nous puissions suivre dans la recherche de la liaison successive des Effets aux Causes ; car au-delà de quelques Phénomènes immédiats où nous apercevons, tant les Substances intéressées, que la nature de leur action mutuelle ; la plupart de ces circonstances des Phénomènes échappent par degrés à nos Sens, & le Physicien est réduit à suivre la liaison des Effets aux Causes par les Yeux de l'Entendement.

120. Qu'est-ce par exemple que l'*Eau*, cette Substance si généralement répandue sur notre Globe & qui y sert à des usages si variés ; Substance qui étoit envisagée, il n'y a pas encore cinq ans, comme étant *élémentaire* ? Des Expériences indubitables, de la plus haute importance en Physique à plus d'un égard, sont venu nous apprendre ; que cette Substance, si bien définie, & dans laquelle nous comptons au moins connoître un *Élément*, est cependant composée de deux Substances, indéfinissables en tant qu'isolés, & dont tout ce que nous connoissons de plus certain, est ; que l'une est la Substance sensiblement pesante de l'*Air déphlogistiqué*, & l'autre celle de l'*Air inflammable* ; & que, *plus* de la première, ou *moins* de la dernière, constitue la différence la plus caractéristique, entre une *Chaux métallique* & le *Métal* dont elle se forme. A quoi donc sommes-nous renvoyés, pour déterminer la nature de ce prétendu ÉLÉMENT ? A la réunion de deux Substances, qui nous sont inconnues comme existant isolées, & dont ainsi la nature intrinsèque nous est totalement inconnue jusqu'ici.

121. Ces Substances sans doute, peuvent être suivies comme à *la piste*, par le *Poids* qu'acquièrent ou que perdent les Composés, auxquels

elles se joignent, ou dont elles se séparent. Mais quoiqu'il soit vrai qu'on doit toujours marcher la *Balance* à la main en Chymie ; il n'est pas moins vrai, qu'on seroit bientôt arrêté, si l'on ne vouloit croire à l'existence de certaines Substances, d'ailleurs perceptibles, que lorsque la Balance les rend sensibles. La *Lumière*, par exemple, considérée comme une Substance par la plupart des Physiciens, a bien sans doute un *Poids* ; mais quelle Balance l'indiquera ! Les *Odeurs*, qui sont indubitablement des Particules détachées de certains Corps, & probablement par un *Fluide déférent*, n'ont point de *Poids* sensible. Et si nous considérons l'un des grands Phénomènes de la Chymie, l'*Acidité*, nous serons fort embarrassés de définir les Substances qui la produisent, & de leur assigner un *Poids*. Les Phénomènes de l'*Acidité* sont distincts par certains Caractères ; nous les voyons opérer à des Liquides & à des Fluides expansibles : mais c'est à ces Phénomènes seuls, que nous jugeons de l'existence de certaines Substances, ou de certaines combinaisons entre des Substances, que nous nommons les *Acides* ; & plus la Chymie a fait de progrès, moins on s'est cru en état de déterminer, & même de découvrir, quels sont les Ingrédients simples, qui, seuls ou réunis, produisent ce Phénomène.

122. Il est donc certain ; que dès que nous pousseons notre Analyse jusqu'aux Ingrédients intimes des Substances, la *Lumière* seule reste discernable dans son état isolé ; & cela, en tant qu'elle affecte instantanément l'Organe de la *Vue*. Tous les autres Ingrédients primitifs nous échappent ; & nous ne les découvrons que par les Modifications qu'ils opèrent dans les Substances déjà sensibles ; Modifications d'après lesquelles nous pouvons juger d'autant plus sûrement qu'il existe certaines Substances, qu'elles sont plus analogues avec d'autres Modifications produites par des Substances connues.

123. C'est donc à l'aide de l'Analogie, que je juge de la nature du *Feu* ; & que je reconnois ainsi dans sa composition , la *Lumière* comme *Fluide déferent*, unie à une autre Substance qui la modifie. Je vais maintenant revenir à ce *Fluide*, & à ses Analogies avec les *Vapeurs aqueuses*.

## SECTION II.

### *De la nature du Feu.*

124. **L**E *Feu* est l'un des Composés les plus simples de la *Lumière* ; & c'est par lui principalement, qu'elle entre dans la composition de



presque toutes les Substances. La *Lumière* est unie dans le *Feu*, à une autre Substance, qui la prive de l'exercice de sa *Faculté* distinctive de produire la *Clarté*, mais avec qui elle produit, entre autres, un nouveau Phénomène très-distinct, celui de la *Chaleur*.

125. Je juge que le *Feu* est ainsi composé ; d'après quelques-uns de ses Phénomènes, analogues à ceux des *Vapeurs aqueuses*, qui les produisent par une composition de même genre. Voici d'abord une de ces Analogies. Si l'on remplissoit de *Vapeurs aqueuses* les Cavités d'une Éponge, en l'exposant mouillée à la Chaleur de l'Eau bouillante, & qu'en cet état on lui fît subir une grande pression : chassant ainsi violemment les *Vapeurs*, on libérerait le *Fluide déférent* d'une portion de leurs Particules ; ce qui se manifesterait aussi-tôt, par l'augmentation de la *Chaleur*, effet distinctif du *Feu* : & en même tems, la partie non décomposée des *Vapeurs* sortiroit avec rapidité, ce qui s'appercevrait par le déplacement de l'Air.

126. On peut soumettre le *Feu* à une épreuve exactement analogue ; c'est-à-dire, qu'en le forçant à sortir avec rapidité de quelque Corps, il s'en décomposera une partie, qui manifestera son *Fluide déférent*, la *Lumière* ; en même tems

qu'une autre partie, non décomposée, déplacera aussi l'*Air* en le dilatant, & se fera appercevoir au Thermomètre. Il suffit pour cela, de chauffer une baguette de Fer sans la rougir, & de la forger ensuite rapidement tout le tour. Bientôt elle *luira* par *incandescence*, & produira en même tems de la *Chaleur* autour d'elle. Ces Phénomènes distincts, de *Clarté* & de *Chaleur*, ne sont pas produits par un même Fluide. Le premier est l'effet distinct de la *Lumière*, qui s'élance rapidement dans l'Espace ; le second est l'effet du *Feu*, qui se propage lentement. La *Lumière* a été libérée, par la décomposition d'une partie du *Feu* ; comme le *Feu* l'a été dans l'Exemple des *Vapeurs aqueuses*, par la décomposition d'une partie de ces *Vapeurs* ; & la *Chaleur* produite, est l'effet du *Feu* qui s'est échappé sans décomposition.

127. Dans le *Feu* donc, comme dans tous les *Composés*, les Ingrédients perdent l'exercice de leurs Facultés distinctives ; ce qui est d'abord une des Causes de ce que la *Matière du Feu* nous est encore inconnue ; car si elle existe dans quelque état où nous puissions la distinguer, nous ne saurions la reconnoître dans le *Feu*, où elle ne jouit point de l'exercice de ses Facultés propres. La *Lumière*, qui fait son autre In-

grédient, n'y est point non plus apperçue, tant qu'il existe comme *Feu*, dans quelque état qu'il soit ; c'est-à-dire, ni comme *Feu libre*, & alors produisant la *Chaleur* ; ni comme *Feu combiné* ou *latent*, & dans cet état ayant perdu lui-même l'exercice de sa Faculté distinctive.

128. Le *Feu* est de la Classe des *Vapeurs* ; puisqu'il a un *Maximum* de densité, au-delà duquel il s'en décompose une partie. Ce *Maximum* est l'*Incandescence* ; & c'est alors seulement que le *Feu* produit des Phénomènes phosphoriques. Nous pouvons donc en conclure, par analogie avec les *Vapeurs aqueuses*, que cette décomposition s'opère, lorsque les Particules du *Feu* sont devenues si voisines les unes des autres, que celles de la *Matière du Feu* se réunissent & abandonnent la *Lumière*, jusqu'à ce que la distance nécessaire à la conservation des Particules du *Feu* soit rétablie.

129. C'est par ce *Maximum* de la densité du *Feu*, que la *Chaleur* de nos Fourneaux est bornée ; comme l'est aussi l'action mécanique des *Vapeurs aqueuses* dans chaque Température. Quand l'*Incandescence* est extrême ; c'est à-dire, quand la décomposition du *Feu* s'étend à toutes les Classes de Particules de la *Lumière*, & & qu'ainsi l'*Incandescence* est réellement arrivée

au

*blanc*, le *Feu* est à son plus haut période ; & ses Effets simples ont acquis toute l'intensité possible, si les Substances exposées à son Action l'éprouvent en entier.

130. J'entends ici par la *Chaleur* de nos Fourneaux, l'action simple qu'y exerce le *Feu* ; de laquelle résultent trois Effets principaux : 1°. la dilatation des Substances qui y sont exposées ; 2°. la transformation de nombre de Solides en Liquides, soit la *Fusion* simple ; 3°. la *Vaporisation* de quelques-uns, par la simple abondance du *Feu*. Je ne compte donc pas au nombre des Effets simples du *Feu*, les *Fusions* aidées par des *Affinités*. Dans une *Fusion* simple, la Substance fondue doit, en perdant son excès de *Chaleur*, reprendre la forme qu'elle avoit auparavant. Lors donc qu'elle paroît alors sous une nouvelle Forme ; c'est une preuve que la liquéfaction na pas été un Effet simple du *Feu*, mais qu'elle a été aidée par des *Affinités*. Tel est par exemple l'effet des Substances nommées les *Fondans* ou *Flux* ; au moins dès qu'elles ont produit des *Fusions* qui n'auroient pas lieu sans elles, & qu'il en résulte de nouvelles Substances après le refroidissement. La *Vaporisation* simple a encore le même caractère : une *Vapeur*, produite seulement par une certaine abondance de

*Feu*, se change, par le simple refroidissement, en la même Substance qui avoit acquis l'expansibilité par son union avec lui.

131. Les Phénomènes des grands *Verres ardens*, qui semblent d'abord être produit par un degré de *Chaleur* plus grand que celui de nos Fourneaux, sont fort différens de ceux, que je viens de définir comme étant les effets simples du *Feu* : le changement d'état des Substances qui entrent en *Fusion* à leur Foyer ; changement sur lequel le Dr. PRIESTLEY nous a déjà donné des détails si intéressans ; est une preuve que la *Fusion* n'y est pas simple. Toute Substance qui a été *réfractaire* dans nos Fourneaux, & qui entre en *Fusion* au *Foyer caustique*, atteste, par son état après le refroidissement, les changemens qu'elle a subi par des *Affinités*. Ainsi, quoique les *Rayons* concentrés du Soleil, y produisent probablement de nouveau *Feu*, & en libèrent de l'*Air* ; ce n'est pas à une plus grande densité de ce *Feu* qu'est due la différence des Effets de ce *Foyer* comparativement à nos Fourneaux ; c'est à des *Affinités* : & la *Lumière*, comme Substance qui en exerce, y joue probablement un grand rôle.

132. J'ai déjà indiqué, dans mon Ouvrage de Géléologie, quelques-unes des raisons que

j'ai de penser ; que les *Rayons du Soleil* ne sont pas *calorifiques* par eux-mêmes, mais simplement *phosphoriques*. C'est-là un des objets que je traite le plus en détail, tant synthétiquement qu'analytiquement, dans l'Ouvrage dont je suspends l'Impression ; regardant les influences des *Rayons du Soleil* sur notre Globe, comme le plus grand objet de la Physique terrestre. Je suis bien loin encore de pouvoir le traiter d'une manière qui me satisfasse moi-même ; mais je ferai peut-être naître des Idées chez ceux qui sont plus en état que moi d'en suivre les conséquences.

133. Entre les Phénomènes qui contribuent à établir, que la *Chaleur* produite par les *Rayons du Soleil* ne procède pas immédiatement d'eux-mêmes ; c'est-à-dire, qu'ils ne sont pas du *Feu* ; se trouvent les différences très-frappantes de la *Chaleur*, dans un même Lieu en même Saison, & en différens Lieux à même Latitude : différences qui ne sauroient exister, si les *Rayons du Soleil* produisoient immédiatement la *Chaleur*. Mais dès que la *Lumière* n'est pas le *Feu*, quoique le *Feu* la contienne ; dès que, pour devenir *Feu*, il faut qu'elle se joigne à quelque autre Substance ; on voit pourquoi il règne un rapport général de la *Chaleur* avec les Saisons & les



Latitudes, sans que néanmoins ce rapport soit à beaucoup près régulier. Car l'intensité de la *Chaleur* dépend encore, de la quantité d'une certaine Substance, à laquelle les *Rayons du Soleil* doivent se réunir : quantité qui peut être, & variable dans un même Lieu, & constamment différente en différens Lieux à même Latitude, à cause des différences du Sol.

134. Les *Rayons du Soleil* produisent la *Chaleur* de deux manières distinctes ; l'une en augmentant l'expansibilité du *Feu* déjà existant, l'autre en formant de nouveau *Feu*. C'est à quoi conduisent les Phénomènes du *Feu*, par Analogie avec ceux des *Vapeurs aqueuses*. Le Caractère général des *Vapeurs*, est une union foible de leur *Fluide déférent* avec leur Substance purement *grave* : d'où résulte d'abord ; que sans autre Cause, que les différences proportionnelles du *Fluide déférent* dans un Lieu, les mêmes quantités de Substance purement *grave* en état de *Vapeur*, exercent une plus grande *Force expansive* (§. 109). Ainsi par exemple ; une même quantité d'*Eau* en *Vapeur*, dans un même espace, y exercera plus de *Force expansive*, s'il y a plus de *Feu*, que s'il y en a moins. C'est donc là un des Effets des *Rayons*

*Solaires* pour augmenter la *Chaleur*, soit la *Force expansive* du *Feu*.

135. Il résulte encore de la nature des *Vapeurs* ; que s'il se trouve dans un Espace, une quantité de la Substance purement *grave* d'une certaine *Vapeur*, qui ne soit pas encore unie au *Fluide déférent* de son Espèce : soit que cette quantité surabondante soit libre ; soit qu'elle se trouve combinée avec quelque Substance, de manière néanmoins que le *Fluide déférent* puisse l'en séparer ; l'introduction d'une nouvelle quantité de *Fluide déférent* dans l'Espace, y produira de nouvelles *Vapeurs*. Lors par exemple qu'il se trouve dans un Lieu, de l'*Eau* non vaporisée ; soit concrète, soit hygroscopiquement combinée avec quelque Substance solide ; l'introduction de nouveau *Feu* dans ce Lieu-là, y forme de nouvelles *Vapeurs aqueuses*. Ainsi donc, quand les *Rayons Solaires* trouvent de la *Matière du Feu* en certaines combinaisons qui leur permettent de s'y unir, ils produisent de nouveau *Feu* ; & probablement bien d'autres Phénomènes simultanés, ou que nous ignorons, ou que nous observons sans en connoître la Cause.

136. Ne sachant pas où est logée la *Matière du Feu* lorsqu'elle n'est pas dans le *Feu* même,

j'ajouterai seulement à l'égard de cette dernière Cause d'augmentation de la *Chaleur* ; que je la regarde comme étant celle, qui produit ces différences, autrement si embarrassantes, des *Températures* des mêmes Saisons dans un même Lieu, & des *Températures* moyennes de Lieux situés à même Latitude. C'est probablement dans l'Atmosphère, que les *Rayons du Soleil* forment une partie du nouveau *Feu* qui doit remplacer celui qui se détruit sans cesse, non-seulement dans tous les Phénomènes *phosphoriques* sensibles de ce Fluide, mais vraisemblablement dans bien d'autres, trop foibles pour que nous les appercevions. Or comme l'état de l'Atmosphère varie beaucoup dans les mêmes Lieux, il est très-aisé de concevoir, que ces variations peuvent affecter la quantité de la *Matière du Feu* ; tellement que la *Chaleur* résultante des *Rayons du Soleil*, éprouve des changemens très-considérables, quelquefois d'une heure à l'autre ; mais sur-tout dans la Température comparative des mêmes Saisons.

137. C'est principalement dans les Couches inférieures de l'Atmosphère, que se forme ce nouveau *Feu* ; ce qui explique d'abord, le Phénomène remarquable de la moindre *Chaleur* des Couches supérieures, quoiqu'elles soient traver-

fées, pour le moins autant que les inférieures, par la somme des *Rayons Solaires* incidens & réfléchis. Il fuit de cette dernière remarque ; que l'explication qu'on avoit donnée de ce Phénomène, favoir la *réflexion* du Sol, n'étoit pas folide. Car s'il s'agit de *réflexion* de *Lumière* : celle qui est réfléchie, traverse de nouveau les Couches supérieures, comme les inférieures ; avec quelque diminution pour les premières, comme les dernières en ont éprouvé à l'égard des *Rayons* incidens. Mais si ce n'est plus de la *Lumière* elle-même qu'on parle ; si c'est d'une Cause de *Chaleur*, laquelle se propage lentement ; la *Lumière* même n'étoit donc pas cette Cause. Mais les Couches inférieures sont toujours affectées par l'état du Sol, & peuvent ainsi contenir plus de *Matière du Feu* : & l'on conçoit bien aussi, que suivant la nature du Sol, ces Couches peuvent contenir plus de *Matière du Feu* dans un Pays que dans un autre ; & qu'ainsi, quoiqu'à même Latitude, des Pays différens peuvent avoir des *Températures* moyennes très-différentes.

138. Entre les différences de *Chaleur* qui résultent de la quantité des *Rayons Solaires*, celles qui sont le moins affectées par des différences accidentelles, sont celles du Jour à la

Nuit, & de la lumière du Soleil à l'Ombre. Durant le *Jour*, outre la formation variable de nouveau *Feu*, il y a une augmentation constante de la *Force expansive* du *Feu* existant, par l'addition d'une nouvelle *Lumière*: augmentation néanmoins qui paroît avoir des limites; c'est-à-dire, que lorsqu'elle est arrivée à un certain point, le *Feu* rend autant de *Lumière* qu'il en reçoit. Ensuite dans la *Nuit*, il rend peu à peu cette *Lumière* excédente; ce qui probablement est la Cause de ce qu'il n'y a jamais de *Nuit* totale, quoique la Lune ne soit pas sur l'Horizon, & que d'épaisses Nuées interceptent la foible *Lumière* des Étoiles. Je l'ai observé plus d'une fois en voyageant de Nuit, & ne pouvant point me rendre compte du degré de *Clarté* que j'appercevois encore sur le Chemin.

139. C'est donc aussi en partie à cette restitution de *Lumière* faite par le *Feu*, & perceptible dans l'*Obscurité*, que j'attribuerois ces Phénomènes *phosphoriques*, observées par M. DU FAY, par le Père BECCARIA, & par M. WILSON; dans lesquels, nombre de Corps, de toute Couleur, brillent d'une *Lumière* blanche, après avoir été exposés aux *Rayons Solaires*. M. WILSON a fait à ce sujet une Expérience bien remarquable, qui m'a fait naître cette idée. Du Papier blanc, exposé aux *Rayons du*

*Soleil* & apporté dans l'*obscurité*, y *luit* quelque tems. Si, avant que de l'exposer à la *Lumière*, on pose dessus un Corps *chaud*; apporté dans l'*obscurité*, la place qu'y a occupé ce Corps, brille d'une *Clarté* plus vive; & cependant, si tandis qu'il brille ainsi, on lui applique de nouveau un Corps *chaud*; au lieu d'augmenter sa *Clarté*, on la fait disparaître. Ces observations sont connues, ainsi je n'entre pas dans plus de détail.

140. C'est, dis-je, ce Phénomène, d'abord si étrange, qui m'a fait naître l'idée que j'expose; parce que j'y ai vu des Modifications analogues à celles des *Vapeurs aqueuses*. Quand on expose au *Soleil* le *Papier* plus *chaud*, il y a plus de *Matière* du *Feu* pour retenir la *Lumière*; il en rendra donc davantage dans l'*obscurité*. Mais si on le met de nouveau en communication avec un Corps chaud, le *Feu* des deux Corps se met en équilibre absolu, & alors cette nouvelle opération revient, à échauffer le *Papier* dans l'*obscurité*; ce qui ne le fait pas luire.

141. Ce Phénomène ne peut avoir lieu, que sur des Corps où le *Feu* se propage lentement; car dans ceux où le contraire arrive, le *Feu* qui devient plus *expansible* à la surface, pénètre



bientôt le Corps & s'y répand ; ce qui rend ce Phénomène *phosphorique* absolument imperceptible : aussi n'a-t-on jamais pu le faire produire aux Métaux. J'ajouterai ; que tous les Phénomènes de cette Classe ne sont probablement pas dus au *Feu* : il y a sans doute beaucoup d'autres Substances, qui ont avec la *Lumière* ce degré d'*Affinité*, par lequel elle s'y unit foiblement quand elle est abondante, & les abandonne ensuite peu à peu dans l'Obscurité.

142. Dans le nombre des Expériences intéressantes de ce genre, faites par M. WILSON, & dont j'ai eu occasion de voir quelques-unes, il en est une Classe qui ne peut être rapportée à cette Cause. Je veux dire celle de ces *Huitres calcinées*, qui brilloient toujours des mêmes *Couleurs* dans l'Obscurité ; non-seulement, après avoir été exposées aux Faisceaux entiers des *Rayons* du Soleil ; mais encore, lorsqu'elles avoient été éclairées par chacun des *Rayons* distincts, séparés par le Prisme : avec cette circonstance bien remarquable ; que si par exemple, l'*Huitre* étoit disposée à luire de la Couleur *rouge* ; le moins favorable des *Rayons* pour la faire luire de cette Couleur, étoit le Rayon *rouge*.

143. M. EULER triompha un moment de cette découverte ; prétendant qu'elle *renversoit* la Théorie de NEWTON sur les *Couleurs*, & établissoit la sienne sur des *Bases inébranlables*. Son Hypothèse, comme on fait, est celle de *Vibrations* dans un *Milieu* & dans les *Particules* des Corps : par où il croit expliquer tous les Phénomènes de la *Lumière*. C'étoit prendre mal son tems pour triompher ; car malgré l'explication qu'il prétendit donner du Phénomène ; en faisant *tirer de leur repos* les *Particules* des Corps, par des *Rayons* qui avoient des *Vibrations propres* différentes des leurs ; il est resté constant : que si des *Particules* ont des *Vibrations propres*, elles ne seront jamais plus efficacement ébranlées, que par des *Vibrations* du *Milieu* qui seront à leur *unisson*.

144. Cependant l'Hypothèse de M. EULER reste alors sans ressource ; car n'ayant que des *Vibrations* pour produire tout Phénomène *phosphorique* ; & ne pouvant expliquer d'une manière satisfaisante, pourquoi les *Rayons violets* en feroient naître de plus grandes que les *Rayons rouges*, dans des Corps disposées à la *Couleur rouge* ; n'ayant pas même songé à expliquer, pourquoi ces Corps phosphoriques *rouges*, paroissent *blancs* au jour ; c'est son Hypothèse

qui est par-là *renversée*. Quant à NEWTON, dans son Systême sur les *Couleurs* il n'expliquoit que les Phénomènes de la *Lumière* pure ; & à l'égard des Phénomènes *phosphoriques*, il admettoit l'*Émission* de cette Substance. Il auroit donc dit sans doute, comme le dit M. WILSON en rapportant l'Expérience dont il s'agit : “ Ces Huitres brillent d'une autre Lumière, “ que de celle qui les a frappées.”

145. Des *Huitres calcinées* sont disposées à la décomposition en général ; car, exposées à l'Air, elles tombent bientôt en poudre. Il est des décompositions de Substances qui produisent de la *Lumière*, & même de la *Lumière* de certaines *Couleurs*. Ces Phénomènes *phosphoriques* sont aidés par diverses circonstances extérieures : le *Spath phosphorique*, par exemple, devient *lumineux* par la *Chaleur* d'un Fer chaud sans être rouge, & brille d'une *Lumière couleur de paille*. Les *Rayons du Soleil* produisent nombre de Phénomènes par Affinité. Je crois donc pouvoir conclure de toutes ces considérations ; que les *Rayons du Soleil* disposoient ces *Huitres calcinées* à une décomposition *phosphorique*, dans laquelle elles laissoient échapper certaines classes de Particules de *Lumière* ; ce qui les faisoit briller de diverses *Couleurs*, suivant les différentes

circonstances de *Calcination* que M. WILSON a décrites dans son Ouvrage.

146. Je reviens aux effets des *Rayons Solaires* sur la *Chaleur* des Corps. La grande variété de ceux qu'on observe, quand on tire des Corps de l'*Ombre* pour les exposer aux *Rayons du Soleil*, est un de mes motifs pour ne pas regarder ces *Rayons* comme immédiatement *calorifiques*. Car tous ces différens Corps, en passant d'un lieu moins chaud à un lieu plus chaud, changeroient également de *Température*. Ce n'est donc pas un changement de cette espèce qu'ils éprouvent, en passant de l'*Ombre* au *Soleil*. Quelques Corps réfléchissent la plus grande partie de la *Lumière* ; tels que les Corps *blancs*, les *Miroirs* de verre, & en particulier la boule bien nette d'un Thermomètre à mercure. Ces Corps-là sont très-peu *échauffés* par les *Rayons* du *Soleil*. J'ai rapporté dans mon Ouvrage sur les *Modifications de l'Atmosphère*, des Expériences que j'ai faites à cet égard sur le Thermomètre de mercure. Quand mon Thermomètre à *boule isolée* ; avec lequel j'observois la Température de l'Air pour la Mesure des Hauteurs par le Baromètre ; étoit exposé au *Soleil*, il ne varioit pas sensiblement lorsque je faisois tomber sur sa boule l'*ombre* d'un petit corps éloigné. Il

participoit donc seulement à la *Chaleur* que les *Rayons Solaires* produisoient dans l'*Air* voisin ; *Chaleur* qui n'est pas même accrue par le *Foyer caustique*, tant qu'il n'y a que de l'*Air* ; parce qu'avec plus de *Lumière*, il n'y a pas plus de *Matière du Feu*.

147. Entre les autres Corps exposés au *Soleil*, ceux où le *Feu* circule le plus aisément, sont ceux qui s'*échauffent* le plus. Le *Feu* qui se trouve à la surface sur laquelle tombent les *Rayons*, acquérant plus de *Force expansive*, se dilate & force d'autre *Feu* à venir à la surface, où il se dilate de même & renouvelle le même effet. Le Corps s'*échauffe* ainsi profondément ; & lorsqu'il vient à toucher des Corps moins chauds ; la Main par exemple, ou le *Thermomètre* ; il leur fait éprouver doublement plus de *Chaleur* ; c'est-à-dire, parce que son *Feu* est plus dilaté, & qu'il le communique plus rapidement. C'est ainsi que les *Métaux*, exposés au *Soleil*, y acquièrent une *Chaleur* souvent insupportable.

148. Enfin, il est probablement des Corps, dans lesquels les *Rayons Solaires* forment de nouveau *Feu* ; & peut-être même en forment-ils dans tous les Corps, quand ils sont con-

centrés au *Foyer caustique*. Mais une des plus grandes Causes de la *Chaleur* à ce *Foyer*, quand certaines Substances y sont exposées, est probablement, la décomposition de l'*Air*, ou de quelque *Air* particulier, & celle des Corps mêmes, produite par des *Affinités* de la *Lumière*. C'est-là une des branches de la Physique expérimentale qui est encore la plus obscure ; il nous manque quelque connoissance fondamentale, pour servir de Fil dans ce Labyrinthe ; & s'il est un moyen de le saisir, c'est par la route que le Dr. PRIESTLEY a choisie ; en exposant à ce *Foyer*, diverses Substances, dans différentes fortes d'*Air* ; & examinant ensuite, & la Substance, & le *Milieu* restant.

149. Le Dr. PRIESTLEY a eu la bonté de me rendre témoin de quelques-unes de ces Expériences ; j'en connois peu qui intéressent davantage, par leur Marche & leurs résultats. Je regrettois qu'on ne pût pas les faire sous une Cloche tapissée de *Glace*, à la manière de l'Appareil de MM. LAVOISIER & DE LA PLACE, auquel je songe toujours dans les Phénomènes où il *naît* de la *Chaleur*. J'ai vu aussi les grands effets de la belle *Lentille* de M. PARKER ; & l'état de toutes les Substances qui avoient passé à son *Foyer*, attestoit, quoique vaguement, qu'il ne



s'agissoit pas de *Chaleur* seule. Entre les effets dont j'ai été témoin, il en est un qui est bien singulier. M. le Major GARDENER, qui opéroit avec cette *Lentille*, mit à son *Foyer* de petits Cubes de *Magnésie blanche*, formés dans un Moule où il la comprimoit fortement. Elle résistoit pendant un tems assez considérable à l'action prodigieuse de ce *Foyer* ; puis, tout à coup, elle diminuoit rapidement de Volume, & restoit en cet état sans recevoir aucune autre altération apparente. Mais ce qu'il y avoit de singulier, c'est que la petite Masse restante, qui ne pouvoit guère avoir plus de la sixième partie du Volume de la Masse précédente, restée blanche, avoit aussi conservé parfaitement sa forme. Le petit Cube avoit ses arrêtes aussi vives, & ses faces presque aussi plates, que le grand.

150. Je viens d'exposer ce que j'entrevois de la manière en laquelle les *Rayons du Soleil* renouvellent la *Chaleur* sur notre Globe ; c'est en y formant du *Feu*, & en augmentant la *Force expansive* du *Feu* qui existe dans un état libre. Peut-être aussi contribuent-ils, dans quelques cas, à libérer du *Feu* ; comme ce *Fluide* fait produire des *Vapeurs aqueuses* aux Substances hygroscopiques qui ont imbibé de l'*Eau* ; c'est-à-dire ; en donnant une nouvelle force

force expansive à du *Feu* foiblement uni à d'autres Substances, & lui procurant ainsi la liberté. En un mot, il n'est presque aucune des Modifications du *Feu*, d'entre celles qui tiennent à sa composition, qui ne puissent être rapportées à quelque-une de celles des *Vapeurs aqueuses*, & qui ne le rangent ainsi dans la Classe des *Vapeurs* telle que je l'ai définie.

151. Mais ce qu'il y a d'essentiel à remarquer, & qui rend raison de l'incertitude de quelques Phénomènes : c'est que le *Feu* libre étant un Fluide purement *expansible* ; c'est-à-dire qui, dans cet état, ne *tend* vers aucune Substance par préférence aux autres, & ne se meut ainsi que par la Cause de son mouvement propre ; qui encore traverse toutes les Substances, excepté la *Glace*, & se propage au-delà ; il ne sauroit être soumis à des Expériences immédiates, pour découvrir, si l'augmentation de *Force expansive* qu'il montre en certaines circonstances dans un même Corps, provient d'augmentation dans sa quantité, ou seulement dans celle de son *Fluide déférent*. Mais je montrerai ces mêmes Modifications d'une manière non équivoque, dans une autre espèce de *Vapeur*, plus active à quelques égards que le *Feu*, & qui cependant peut être con-

tenue comme les *Vapeurs aqueuses*, & soumise ainsi à l'Expérience ; je veux dire le *Fluide électrique*. Par où je fortifierai tout ce que j'ai dit ici de la nature du *Feu*.

### SECTION III.

*Des Phénomènes de la Chaleur, & premièrement de ceux qui résultent des différences de Capacité des Substances ; avec quelques détails sur le Feu.*

152. **P**OUR tirer le Mot *Chaleur* du vague où l'ont jetté ses différentes acceptions dans le langage ordinaire, & même dans celui de bien des Physiciens, je le définirai ; l'*Effet du Feu libre dans les autres Substances*. Je n'emploierai donc jamais ce Mot sous l'Idée de *Cause* ; tout comme dans le Chapitre précédent, je n'ai point employé le Mot *Lumière*, mais celui de *Clarté*, pour exprimer l'Effet de la Lumière. J'ai vu très-souvent, dans les Ouvrages des Physiciens qui ont traité ces objets, une grande obscurité résultante de la confusion de ces Idées ; & même des apparences d'explication, qui, lorsqu'on venoit à séparer distinctement les *Effets* des *Causes*, n'avoient point de réalité. Ayant donc toujours

parlé de la *Lumière* comme d'une Substance, dont j'ai nommé l'Effet *Clarté*, en tant qu'elle affecte l'Organe de la Vue ; je parlerai de même du *Feu*, comme d'une Substance, qui, lorsqu'elle est libre, produit un Effet distinct, nommé *Chaleur*, des différences duquel le *Thermomètre* est la Mesure.

153. Dans ce sens, la *Chaleur*, considérée abstraitement, n'est autre chose que le *degré actuel de Force expansive du Feu* ; car c'est immédiatement à la *Force expansive*, que sont dus les Effets mécaniques du *Feu* libre. Mais comme la *dilatation* des Substances est le signe visible de son Action, & qu'ainsi, c'est par des différences de *Volume*, que le Liquide du *Thermomètre* nous indique les différences de la *Chaleur* ; je l'ai nommée ci-dessus, l'*Effet du Feu libre dans les autres Substances*, pour me conformer à l'habitude, de considérer dans les Substances elles-mêmes, la Modification qu'on nomme *Chaleur* ; ce qu'on fait le plus souvent, en donnant le même nom à sa Cause.

154. C'est, dis-je, à la *Force expansive actuelle du Feu*, que la *Chaleur* des Substances est proportionnelle ; & non à sa *densité*, soit à sa *quantité* dans un même espace ; car les mêmes

*quantités* proportionnelles de *Feu*, n'exercent pas un même degré de *Force expansive* dans toutes les Substances, & par conséquent n'y produisent pas le même degré de *Chaleur*. C'est en cela proprement que consiste ce Phénomène découvert depuis peu, qu'on a nommé les *différentes Capacités des Substances pour la Chaleur*; mais que, d'après les explications précédentes, je nommerai, *différentes Capacités pour le Feu*. Et sur ce point; quoique le plan abrégé de cet Ouvrage ne m'ait pas permis d'y joindre l'Esquisse que j'ai faite du Système de *Physique mécanique* de M. LE SAGE, il faut que j'en indique ici une Branche nécessaire à mon sujet, & qui montrera en même tems la fertilité de ce Système.

155. M. LE SAGE (comme je l'ai dit dès l'entrée de cet Ouvrage) explique, par une Cause mécanique, le Mouvement des Particules des *Fluides expansibles*, & comment elles peuvent jouir de diverses sortes de Mouvement. Cette Cause est elle-même un *Fluide discret*, excessivement rare, tenu, & rapide, qui se meut en ligne droite dans l'Espace, & dont il arrive de tout côté à tous les Points sensibles de l'Univers. Ce *Fluide* produit immédiatement le Phénomène de la *Gravité universelle*; & je ne dirai



que ceci en sa faveur : c'est que je fais directement ; que la démonstration de M. LE SAGE sur la suffisance de ce Fluide pour expliquer, tant les Phénomènes astronomiques, que la Chûte des Corps & ses Loix, a eu l'approbation de plusieurs grands Mathématiciens.

156. A la prière de quelques-uns de ses Amis, M. LE SAGE a publié enfin un petit Mémoire, écrit depuis bien long-tems, sous le Titre de *Lucrèce Newtonien* ; dans lequel il avoit fixé la marche de ses Idées, pour arriver à cette Cause de la GRAVITÉ UNIVERSELLE, dont il n'a pas cessé de s'occuper dès sa jeunesse, avec tous les secours des Mathématiques & de la Physique. Ce Mémoire est imprimé dans ceux de l'Académie de Berlin pour l'année 1782 : mais quoiqu'il renferme toutes les premières Bases de son Systême, elles n'y seront saisies que par ceux d'entre les grands Mathématiciens, qui aiment assez la Physique, & y ont assez réfléchi, pour ne pas se contenter, d'Idées obscures de *Loix* envisagées comme *Causes*, d'Actions des Corps là où ils ne sont pas, de Tendances vers un Lieu sans *impulsion* déterminée ; & qui en conséquence, desirent de voir étendre l'Empire des *Causes mécaniques*



(les seules que nous puissions vraiment concevoir dans les Phénomènes *physiques*), jusqu'à quelque premier *Agent mécanique* simple, qui, par une première *Impulsion*, puisse tenir en branle tout l'Univers, & venir exercer ses Effets, par des *Agens* intermédiaires, jusques dans les Phénomènes que nous observons autour de nous, ou faisons naître à volonté. Pour ces Mathématiciens, dis-je, mais pour eux seulement, le Mémoire de M. LE SAGE dont je viens de parler, est une source abondante de grandes Idées.

157. Après avoir expliqué, par l'action de ce Fluide subtil, tous les Phénomènes de la GRAVITÉ UNIVERSELLE, & par conséquent ceux de la *Pesanteur* sur notre Globe, M. LE SAGE montre ; comment ce même *Fluide*, le plus éloigné de nos Observations, met en mouvement les Particules des *Fluides expansibles*. M. DAN. BERNOULLI a démontré dans son *Hydrodynamique*, qu'en admettant, que les Particules des *Fluides expansibles* sont en mouvement, on explique tous leurs Phénomènes rapportés à l'*Élasticité* ; c'est-à-dire, leurs Phénomènes généraux : mais il ne rend raison, ni de ce *Mouvement*, ni de la manière dont ces Particules l'acquièrent de nouveau, quand elles l'ont perdu en frappant.

les Corps. M. LE SAGE, dans le cours des méditations qui font le sujet du Mémoire ci-dessus, étoit naturellement parvenu à se représenter aussi l'Action qu'exercent ces *Fluides* contre les Corps, comme étant produite par des *Chocs*, & leur *Faculté expansive*, par conséquent, comme due au *Mouvement* de leurs Particules. Mais devant alors se rendre raison de ce qui renouvelloit ce *Mouvement*, plus ou moins détruit par les *Chocs*, il la chercha inutilement durant plusieurs années, sur la route même où il la trouva enfin ; c'est-à-dire, dans la *Forme* seule des Particules des *Fluides expansibles*. Cet effet est encore soumis aux Loix de la Méchanique. C'est d'abord par une certaine *Forme* générale des Particules de ces *Fluides*, qu'elles se *meuvent*, quoique frappées de tout côté par les *Corpuscules gravifiques* ; & c'est par-là aussi, qu'elles acquièrent de nouveau leur *Mouvement* après des *Chocs* : & de plus, par des déterminations particulières de cette *Forme*, certaines Classes de Particules changent sans cesse de direction dans leur route, plus ou moins rapidement, & en divers sens ; ce qui leur fait parcourir diverses Espèces de Courbes.

158. Je vais maintenant transcrire ici, partie d'une Lettre qu'il écrivit sur ce Sujet en Fé-

vrier 1763 à un Mathématicien avec qui il étoit en correspondance. Il venoit de lui donner la démonstration géométrique, de la production du *Mouvement* dans les Particules des *Fluides expansibles*, par les Chocs des *Corpuscules gravifiques*; après quoi il ajoutoit : “ Si  
 “ j’avois voulu me jouer avec la Géométrie, j’aurois pu vous décrire deux Espèces de Cylindres  
 “ droits & de Prismes droits, propres à recevoir” (par les formes de leurs Bases) “ deux  
 “ fois plus de mouvement de la part des Corpuscules, que le Cylindre dont je viens de parler; des Corps, sur lesquels les Chocs quelconques sont tous tournés au profit d’une seule &  
 “ même direction, au moins avec une différence plus petite qu’aucune quantité assignée; des  
 “ Corps, qui tournent sur leur Axe, sans mouvement progressif; des Corps, qui tournent  
 “ & avancent rapidement sur un même Axe; des Corps qui, tournant sur un autre Axe  
 “ que celui sur lequel ils avancent, décrivent des Cercles ou des Hélices, &c. Mais j’aime  
 “ mieux me borner à vous faire remarquer : que quand un Corps pareil à ceux dont j’ai  
 “ parlé, vient à être libre de se mouvoir, il acquiert seulement par degrés sa plus grande  
 “ Vitesse possible; c’est-à-dire, la Vitesse, qui augmente l’Impulsion des Corpuscules sur sa

“ *Proue*, & diminue celle que les Antagonistes  
“ exercent par Choc sur sa Pouppe, de deux  
“ quantités, dont la Somme égale la Pression  
“ que reçoit la Pouppe en vertu de la Forme  
“ ci-dessus.”

159. De cette conséquence immédiate du Système mécanique de M. LE SAGE, savoir ; que les Particules des *Fluides expansibles*, partant du Repos, n'arrivent que *par degrés* à une certaine *Vitesse terminale* (de même, & par la même Cause, que les *Graves* qui commencent à tomber, éprouvent une *accélération* dans leur Mouvement) ; résulte une Propriété bien importante dans ces *Fluides*, savoir : que lorsque leurs Particules ont perdu leur Mouvement par des chocs contre les Corps, soit extérieurement, soit intérieurement ; ne pouvant le reprendre que *par degrés*, elles peuvent ainsi n'arriver jamais à leur *Vitesse terminale* dans les Pores de certains Corps. Par-là donc, leurs Chocs seront moins efficaces ; & ils le seront d'autant moins, que par la petitesse ou la forme raboteuse des Pores, elles seront plus tôt arrêtées dans leurs excursions.

160. C'est par-là que s'explique un des Phénomènes, qu'on croyoit probant en faveur de l'Hypothèse de la *Dissolution de l'Eau par l'Air* ;

parce qu'on le regardoit comme une *Dissolution* réciproque de l'*Air* par l'*Eau* ; je veux dire, l'absorption d'une certaine quantité d'*Air* par l'*Eau*. Il est cependant singulier, qu'on n'ait pas fait attention ; qu'en alléguant ce Phénomène pour preuve de l'Hypothèse, on démolissoit en édifiant. Car, dans le Phénomène dont il s'agit, l'*Eau* rejette l'*Air*, par l'*augmentation* de la *Chaleur* ; tandis que l'une des raisons les plus spécieuses en faveur de la *Dissolution* de l'*Eau* par l'*Air*, étoit ; que l'*Eau* se précipite, par la *diminution* de la *Chaleur*, comme il arrive aux Sels dissous dans l'*Eau*.

161. Mais ce Phénomène d'absorption de l'*Air* par l'*Eau* (ou par tout autre *Liquide*, ou même tout Corps *poreux*) s'explique réellement par le Systême de M. LE SAGE, & j'en ai déjà donné l'explication dans mon Ouvrage sur les *Modifications de l'Atmosphère*. Les Particules de l'*Air*, frappant sans cesse la surface de l'*Eau*, s'engagent quelquefois dans ses interstices. Dès qu'elles sont arrivées dans ces espaces étroits, leurs excursions ne peuvent y être que très-courtes ; par où elles n'arrivent jamais à beaucoup près à leur *Vitesse terminale*, & même se trouvent souvent engagées au point de ne plus se mouvoir. Celles qui sont dans ce dernier cas,



se trouvent, à l'égard de la Force expansive, comme font les *Graves* en repos, à l'égard de la tendance à tomber. Celles qui ne se meuvent que très-peu à cause de la petitesse de l'espace, font, à l'égard de l'énergie de leurs chocs, comme les *Graves* dont la chute est fréquemment arrêtée. Toutes ces Particules cessent ainsi d'avoir une *Force expansive* suffisante, pour écarter l'*Eau* & s'échapper. On produira donc une première émission d'*Air*, en déchargeant l'*Eau* du Poids de l'Atmosphère; parce que l'effort de quelques Particules d'*Air* fera suffisant alors pour produire un premier écartement dans les Particules de l'*Eau*. On produira le même effet en échauffant l'Eau; parce qu'elle se dilatera, ce qui diminuera de plus en plus sa résistance à être séparée (§ 9). Et dans l'un & l'autre cas, la longueur des excursions des Particules d'*Air* augmentant à mesure que l'espace s'élargit, leur *Force expansive* s'accroîtra; il se formera donc ainsi de premières petites Bulles; & elles s'agrandiront en se réunissant, parce que les Particules d'*Air* s'y mouvront avec plus de liberté; par où enfin elles s'élèveront & fortiront de l'*Eau*.

162. D'après ce même Système, & les Idées particulières de M. LE SAGE à l'égard du



*Feu* en tant que *Fluide expansible*, j'avois prédit en quelque sorte dans le même Ouvrage, le Phénomène des différentes *Capacités* des Substances pour le *Feu* : voici comment je m'exprimois à cet égard (§ 973). “ Je ne fais si nous nous faisons une juste idée de ce que c'est que l'égalité ou la *différence* de la *Chaleur* dans les Corps de différente nature, dès que nous voulons pénétrer au-delà des apparences, soit des indications du Thermomètre. Il est très-peu probable que des Corps différens, que nous disons également *chauds*, parce qu'ils tiennent le Thermomètre au même degré, contiennent une même quantité du *Feu*, sous le même volume, ou même dans des masses égales.” Voilà donc le Phénomène des différentes *Capacités*, exprimé dans les mêmes termes où je l'exprime après l'évènement ; & prévu ainsi, par une conséquence immédiate du Systême de M. LE SAGE ; auquel je dois ce témoignage général ; qu'il m'a servi très-souvent de la même manière, à soupçonner d'abord, ce que l'Expérience a ensuite attesté.

163. C'est donc par sa nature même de *Fluide expansible*, que le *Feu* produit moins de *Chaleur*, quoiqu'en même quantité proportionnelle, dans certaines Substances, que dans d'au-

tres. Sa *Force expansive*, qui détermine le degré de la *Chaleur*, dépend de deux circonstances distinctes ; savoir, sa *quantité*, & la *Vitesse* de son Mouvement. A même *quantité*, si les Particules ont moins de *Vitesse*, il a moins de *Force expansive*. Or cette *Vitesse* est déterminée, par la longueur des excursions de ses Particules. Par conséquent, les Substances dans lesquelles les Particules du *Feu* seront le plus souvent arrêtées dans leur course, par la petitesse ou la forme de leurs Pores, auront le plus de *Capacité* pour le *Feu* ; c'est-à-dire, que chaque Particule y ayant moins d'Action, il en faudra une plus grande quantité pour qu'elles y exercent la même *Force expansive* totale, soit pour y produire le même degré de *Chaleur*.

164. Il me semble, que pour n'avoir pas cherché à se rendre raison de la cause d'où provenoit ce Phénomène des différences de *Capacité*, on a été conduit à des conséquences erronées sur ses Effets. En rapportant, par exemple, les *Capacités* comparatives, à des *Masses* égales des différentes Substances, on a fait tacitement de la *Chaleur*, une simple *Modification* des Particules mêmes des Substances ; après quoi on en a tiré des conclusions, sur ce qui devoit arriver dans des changemens de *Capacité* en

certaines Substances, sans s'appercevoir ; que si la *Chaleur* est l'Effet d'un *Fluide* distinct ; que si ce *Fluide* par conséquent existe dans des *Espaces* où il n'y a point d'autre substance que lui ; toutes les conséquences tirées des *Capacités* ainsi envisagées, ne peuvent être qu'affectées de cette erreur.

165. Ainsi par exemple ; de ce qu'une certaine *Masse* d'*Air*, à même Température qu'une même *Masse* d'*Eau*, a paru communiquer plus de *Chaleur* que cette dernière à une troisième Substance moins chaude, le Dr. CRAWFORD en a conclu ; que l'*Air* avoit *plus* de *Capacité* que l'*Eau* dans une certaine proportion : & d'après le rapport fourni par l'Expérience immédiate, il a déterminé ; que la *Capacité* de l'*Air* étoit à celle de l'*Eau* , comme 18,6 à 1. Partant donc de l'idée que la *Capacité* de l'*Air* est très-grande ; & croyant trouver une différence sensible entre la *Capacité* de l'*Air commun*, & celle de l'*Air phlogistiqué* ainsi que de l'*Air fixe*, il en conclut enfin ; que la *Chaleur* produite par la *Combustion*, procède simplement d'un changement de *Capacité* dans l'*Air*.

166. Sans parler ici de cette dernière Hypothèse, je ferai seulement remarquer, combien la

conséquence que je tire de la même Expérience est différente, en supposant même que son résultat immédiat n'est affecté d'aucune erreur. Puisque c'est en même *Massé*, que l'*Air* fournit 18,6 fois autant de *Chaleur* que l'*Eau* à une même Substance, en en perdant à un même degré ; c'est en un *Volume* environ 800 fois plus grand que celui de l'*Eau*. Si donc on prenoit l'*Air* en même *Volume* que l'*Eau*, il ne fourniroit qu'environ  $\frac{18,6}{800} = \frac{1}{43}$  de la *Chaleur* que fourniroit l'*Eau*. D'où je conclus, quoique d'après la même donnée, que l'*Air* n'a au contraire qu'une bien petite *Capacité* pour le *Feu*, & qu'ainsi, les changemens que peut subir cette *Capacité*, ne sauroient produire de grands Phénomènes de *Chaleur*.

167. Cette petite *Capacité* de l'*Air* est conforme à mon Systême ; car les Particules du *Feu* ayant beaucoup d'espace pour se mouvoir dans ce Fluide, elles y acquièrent plus de Vitesse que dans des espaces plus resserrés, & par conséquent les mêmes quantités de *Feu* y exercent plus de Force expansive : il y faut donc moins de *Feu*, pour y produire la même *Chaleur*. La *Capacité* du *Vuide d'air* est peut-être encore moindre ; quoiqu'elle ne soit pas *nulle*, comme on semble le penser, en déterminant la

*Chaleur* que fournit l'*Air* en certaine *Masse* : cependant on fait bien, qu'un Thermomètre placé sous un Récipient vuide d'*Air*, y participe aux variations extérieures de Température. Et c'est ce qui doit arriver, dès que le *Feu* est un *Fluide expansible* ; puisque par-là, il doit s'étendre dans tout Espace libre, de la même manière que l'*Air*. Mais, comme je viens de le dire ; plus l'espace laissé à ses Particules est grand, jusqu'à un certain *Maximum*, moins il y faut de *Feu* pour que la *Force expansive* qu'il exercera soit en équilibre avec celle du *Feu* contenu dans les Corps voisins. C'est par cette raison que j'ai dit ; que le *Vuide* a peut-être encore moins de *Capacité* que l'*Air* ; savoir, parce que l'espace y est encore plus libre pour le *Feu*. Toutefois cela dépend d'une chose que j'ignore ; savoir, quel espace doivent avoir parcouru les Particules du *Feu*, pour être arrivées à leur *Maximum* de Vitesse : car dès qu'il est suffisant, l'énergie de ces Particules dans leurs chocs, est arrivée à son *Maximum*. Il est donc possible, que le *Vuide* aît sensiblement autant de *Capacité* que l'*Air* : car quant à l'espace qu'y occupent les Particules de l'*Air* par leur Volume propre, il ne sauroit être compté pour rien de sensible.



168. Telle est l'idée que je m'étois faite de la cause par laquelle différentes Substances, à même *Température*, pouvoient néanmoins contenir différentes quantités de *Feu* libre ; avant qu'on eût découvert ce Phénomène par l'Expérience : & c'est par cette raison, que je ne fus point entraîné dans l'opinion qu'on eut d'abord, qu'il résultoit de cette Cause de très-grandes Phénomènes de *Chaleur* ; car elle me parut insuffisante pour produire tout ce qu'on lui attribuoit. Cependant j'ai examiné avec soin les raisons qu'on en a données ; & m'étant par-là confirmé dans ma première opinion, j'ai traité cet objet avec beaucoup de détail dans mon autre Ouvrage. J'ai eu aussi nombre d'entretiens, de bouche & par écrit, sur ce sujet avec le Dr. CRAWFORD ; dont l'Ouvrage est bien connu, & méritoit de l'être, par la nouveauté des Faits & des Vues. Il est convenu, avec une franchise peu commune, que les Expériences qu'il y avoit rapportées pour appuyer son Système, non plus que d'autres qu'il avoit faites depuis dans le même but, & dont il avoit eu la bonté de me rendre témoin, n'étoient, ni assez sûres, ni assez directes, pour l'établir. Il est occupé à changer la forme de ces Expériences, & il croit de pouvoir lever les équivoques que je lui ai fait remarquer dans les premières. Je doute qu'il le



puisse d'une manière qui vienne à prouver son Systême : cependant cela n'empêchera pas, que toutes les Expériences d'un Homme instruit & ingénieux comme lui, ne soient intéressantes en elles-mêmes. Mais en attendant le résultat de ces nouvelles Expériences, après avoir dit encore un mot sur les Mouvements des Particules du *Feu*, j'expliquerai ici, d'après mon Systême, les Phénomènes dont il avoit entrepris de rendre raison par le sien.

169. Le *Mouvement* que j'attribue aux Particules du *Feu*, d'après ses Phénomènes quand il est libre, est de l'espèce que M. LE SAGE exprime ainsi, dans le Passage cité ci-dessus :  
 “ des Corps qui, tournant sur un autre Axe  
 “ que celui sur lequel ils avancement, décrivent....  
 “ des *Hélices*.” A quoi j'ajouterai seulement, que ces petits *Hélicoïdes* que décrivent ces Particules dans leur route, sont à *pas* très-ferrés. Je n'entrerai pas ici dans la conséquence qui en résulte pour la *dilatation* des Corps ; parce qu'il faudroit avoir exposé auparavant, la Cause contre laquelle agit le *Feu* ; savoir celle de la *Cohésion*, qui fait une des Branches du Systême de M. LE SAGE. Mais je ferai remarquer un autre effet qui en résulte, dans un Phénomène qui doit étonner ; savoir la lenteur de la propa-

gation du *Feu*, même dans l'*Air* ; tandis que, d'après son prodigieux pouvoir pour *dilater* les Corps, on ne peut que lui attribuer une très-grande *Force expansive*.

170. Le *Feu* renfermé dans les Corps, rencontre sans cesse leurs Particules sur sa route, & il les frappe avec une portion d'autant plus grande de sa vitesse, que ses chocs sont moins obliques ; c'est par-là qu'il exerce un si grand pouvoir. Mais il change sans cesse de route ; & lorsqu'il est le plus libre, c'est-à-dire dans l'*Air* , son Mouvement progressif étant selon l'axe des Hélicoïdes qu'il trace, il ne se propage que lentement.

171. Enfin, mon Système particulier sur la composition du *Feu*, s'explique aisément dans ce Système général de M. LE SAGE. Les Particules, extrêmement ténues, de la *Lumière*, sont au nombre des petits Corps qu'il décrit ainsi :  
“ Des Corps sur lesquels les chocs quelconques  
“ des *Corpuscules gravifiques* sont tous tournés  
“ au profit d'une même direction, &c.” par où ces Corps se meuvent très-rapidement *en ligne droite*. Les Particules, dis-je, de la *Lumière* sont de cette classe ; & par un certain rapport de leur Masse à leur Vitesse ; de même que par

une certaine forme de leur *Proue*, qui frappe l'Organe de la Vue, elles y produisent la *Clarté* en général ; & la Sensation d'une certaine *Couleur*, vient de quelque différence dans ce premier rapport. Il est de l'essence de pareils Corps ; d'être symétriques autour d'un *Axe* ; par où les coups frappés tout le tour avec une même inclinaison sur l'*Axe*, se contrebalancent dans leurs effets. Mais s'il arrive certains changemens à cet égard, par l'addition de quelque nouvelle Substance à un côté du petit Corps ; les effets des chocs suivant des lignes également inclinées à l'*Axe*, ne se compensent plus, & le petit Corps change sans cesse de direction dans sa route. On conçoit aisément de plus ; que suivant la partie du petit Corps où se fait l'addition, & suivant la forme de la Particule ajoutée, les changemens de direction peuvent être, non-seulement plus ou moins considérables, mais encore dans plus d'un sens à la fois.

172. C'est donc ainsi que la *Lumière* devient *Feu* : elle s'unit à la Substance que j'ai nommée *Matière du Feu* ; & de cette union résulte un groupe, qui, au lieu de suivre une même direction dans son mouvement, change sans cesse de direction de manière à tracer un *Hélicéide*. De ce changement naît d'abord, la dif-

férence des Facultés qu'exercent les deux Fluides lorsqu'ils sont libres ; la *Lumière libre* produit la *Clarté*, le *Feu libre* produit la *Chaleur*. Mais il en résulte de plus, des Phénomènes très-variés d'une autre classe, par le changement des *Affinités* ; celles du *Feu* étant très-différentes de celles de la *Lumière* : & c'est de ces *Affinités* respectives de l'une & de l'autre Substance, que résulte une grande partie des Phénomènes de la *Clarté* & de la *Chaleur*. Car comme la *Lumière*, en combinaison chymique dans le *Feu* & dans plusieurs autres Substances, échappe à la Vue, & ne reparoît que lorsque ces Substances se décomposent : de même le *Feu*, échappe, ou reparoît au *Thermomètre*, par diverses compositions & décompositions qui lui sont propres ; d'où résulte un grand nombre de Phénomènes de *Chaleur*.

173. Le Mécanisme qui produit les *Affinités*, fait depuis long-tems une des Branches du Systême de M. LE SAGE. Il traita déjà ce sujet en 1758, pour répondre à une Question de l'Académie de Rouen sur la *Recherche d'une Cause mécanique des Affinités* ; & son Mémoire remporta le Prix. Cependant il a beaucoup perfectionné, tant cette branche particulière de son Systême, que plusieurs autres ; & quoique

sa première tentative eût déjà mérité l'approbation de l'Académie de Rouen, par la route vraiment *mécanique* qu'il avoit suivie pour expliquer ce Phénomène, il est allé bien plus loin dès-lors ; & il a dans ses Portefeuilles, les Matériaux d'un nouvel Ouvrage sur ce sujet, qui a pour titre, *Offrande aux Chymistes, par un Physico-Mathématicien*. Je ne saurois entrer ici dans des détails sur ce Mécanisme ; & j'en dirai seulement ce qui est nécessaire pour faire concevoir, comment les *Affinités* changent, quand la *Lumière* est transformée en *Feu*.

174. M. LE SAGE, ayant fait imprimer séparément le Mémoire sur la *Gravité* mentionné ci-dessus (§ 156), y a joint en *Appendice*, le précis de ses Idées, sur la Constitution des *Graves* & des *Corpuscules gravifiques*. Suivant lui, & d'après les Phénomènes, les *Particules indivisibles* des *Graves*, doivent être des espèces de *Cages*, dont les barreaux, même augmentés par la pensée du diamètre des *Corpuscules gravifiques*, sont si petits, relativement à la distance mutuelle des barreaux parallèles d'une même Cage ; que le Globe terrestre n'intercepte pas même la dix-millième partie des *Corpuscules* qui se présentent pour le traverser. M. LE SAGE détaille cette idée générale, du rapport des *Atomes* des *Graves* aux *Corpuscules gravifiques*, & il y ajoute quelques considé-



rations géométriques : assurant que les Géomètres qui aimeroient à presser eux-mêmes les Conséquences de tout cet ensemble, en verroient résulter tous les Phénomènes de la *Gravité*, comme conséquences nécessaires ; ce que je fais être vrai, par l'expérience qu'en ont faite des Géomètres très-distingués.

175. La tendance générale de toutes les Particules de la Matière les unes vers les autres, soit la *Gravité universelle*, est produite immédiatement par ces *Corpuscules*. Mais la *Cohésion* ; si supérieure à la *Gravité* quand les Particules sont en contact ; est produite par la Pression d'un *Fluide secondaire* (mû par les *Corpuscules*), le plus subtil de sa classe, & qui agit à la manière de l'*Air*. Ce Fluide, dis-je, tient plus ou moins fortement unies entr'elles, les Particules qui se trouvent plus ou moins en contact ; comme l'*Air* tient les Corps unis entr'eux, à proportion de l'étendue des surfaces d'où ils l'excluent mutuellement. Enfin les *Affinités*, qui produisent des *Unions de préférence*, résultent des différentes grosseurs des Particules du *Fluide secondaire* subtil, & de différentes grandeurs & formes des Pores dans les différentes Classes de Particules des Substances. Telles sont les diverses branches générales du Système



de Physique de M. LE SAGE ; dans lequel j'ai toujours vu tant de ressources pour concevoir les Phénomènes, & en chercher les Causes, que je ne puis m'empêcher de regarder comme un retard dans le progrès des découvertes en Physique, celui que sa foible santé apporte depuis si long tems à la publication de ses Travaux.

176. Les *Affinités* s'étendent jusqu'aux plus subtils des *Fluides expansibles* qui se manifestent immédiatement à nous. C'est ce que nous montrent les *Affinités* du Feu à de la Lumière, & que je prouverai encore par celles du *Fluide électrique*. Par conséquent, suivant le Systême de M. LE SAGE, leurs Particules sont diversement *poreuses*. Cela suppose sans doute dans les Fluides les plus reculés de nos observations immédiates ; c'est-à-dire dans les *Agens* de la *Cohésion* & des *Affinités*, une ténuité telle, que la Lumière, qui nous paroît déjà si ténue, est très-grossière par comparaison avec eux. Mais pourvu que ces gradations de ténuité contribuent à l'explication des Phénomènes, elles ne feront naître aucune objection, dans l'esprit de ceux qui se sont fait de justes idées de la *Grandeur*. Car les *Phénomènes* doivent avoir des *Causes* ; & si celles qu'indique M. LE SAGE sont adéquates, ce sont les Phénomènes eux-mêmes qui déter-

minent les gradations de *ténuité* qui les expliquent. Nous n'avons point d'autre règle pour nous former des idées déterminées de la *Grandeur* ; puisque tout y est *relatif*, & que nous ne saurions fixer aucune borne à ses deux extrêmes.

177. On concevra maintenant, comment l'addition de la *Matière du Feu* à la *Lumière*, en changeant d'abord l'espèce de Mouvement des Particules de celles-ci, peut aussi changer leurs *Affinités*. Les Groupes formés par cette addition, ne sont plus perméables de la même manière aux différentes classes de Particules du *Fluide subtil* ; & voici les Phénomènes généraux qui en résultent. Quoique les Particules de la *Lumière* soient plus ténues que celles du *Feu*, elles trouvent des Corps *opaques* ; parce que leurs *Affinités* les y retiennent, en tout ou en partie, & que le reste est réfléchi. Mais à l'égard des Corps avec qui la *Lumière* n'a pas des *Affinités* bien sensibles, elle les traverse avec la rapidité qui lui est propre. Tel est le caractère général de ce *Fluide*.

178. Quant au *Feu*, il ne se propage que lentement au travers des Corps ; mais il les traverse presque tous. Les seuls qu'il ne tra-

verse pas, font ; la *Glace* disposée à fondre, & ses analogues, les Corps Solides que la Chaleur peut rendre Fluides, & qui sont prêts à le devenir. La *Lumière* traverse la *Glace* dans tous ses états ; mais le *Feu* ne la traverse, que lorsque sa Température est au-dessous de la Congélation. Dès que la *Glace* est disposée à fondre, elle devient pour de nouveau *Feu*, ce que sont les Corps *noirs* pour la *Lumière* : tout celui qui s'y introduit alors, y demeure, sans y augmenter la *Chaleur*. Il en est de même à l'égard de tous les Solides que la Chaleur peut liquéfier, lorsqu'ils sont prêts à entrer en fusion : & c'est-là un premier exemple des *Affinités* distinctives du *Feu* & de la *Lumière*.

179. Ce Phénomène du *Feu* dans la *Glace* disposée à se changer en *Eau*, est l'un des plus importans dans la Théorie de la *Chaleur* ; parce qu'il est évident, simple, & susceptible de détermination. Je l'ai établi dans mon Ouvrage sur les *Modifications de l'Atmosphère*, où j'ai rapporté des Expériences que je fis dans l'Hiver de 1754 à 1755 sur la formation de la *Glace* & sa liquéfaction (§ 438, e) : voici le Phénomène. Ayant fait geler de l'Eau dans des Verres à boire, où j'avois placé des Thermomètres, dont les Boules furent par-là environnées

de *Glace*, & ayant mis ensuite ces petits Appareils auprès du feu ; les Thermomètres montrèrent jusqu'au moment où la *Glace* fut disposée à fondre. Mais tout le *Feu* qui entra ensuite dans la *Glace*, cessa d'agir sur les *Thermomètres*, en s'employant à faire de l'*Eau* : tandis que la *Lumière* qui se dégageroit en même tems des *Combustibles*, continuoit à travers la *Glace*. Je reviendrai à ces Phénomènes comparatifs ; ne les ayant rapportés ici, que pour donner un exemple de la différence des *Affinités* du *Feu* & de la *Lumière*.

#### SECTION IV.

*Des Phénomènes de Chaleur qui accompagnent la Combustion.*

180. **L**E *Feu* a donc des *Affinités* propres ; & c'est par elles qu'il entre dans la composition de la plupart des Substances des trois Classes, les *Solides*, les *Liquides*, & les *Fluides expansibles*, dont je traiterai séparément sous ce point de vue. Il entre d'abord essentiellement dans la composition de tous les *Solides combustibles* ; & c'est à lui qu'est due la *Chaleur* produite par leur *Combustion*, quand l'*Air déphlogistiqué* (toujours intéressé dans cette opération de la Nature) ne s'y détruit pas, & se trouve simplement rem-

placé par de l'*Air fixe*. Alors aussi la *Chaleur* produite par les Combustibles, est moins grande, comparativement à la quantité d'*Air déphlogistiqué* employée, que lorsque celui-ci se détruit. C'est ce qu'ont montré des Expériences de MM. LAVOISIER & DE LA PLACE, sur la Combustion du *Charbon* & du *Phosphore*. Ces Expériences ont été faites dans leur Appareil à *Glace* ; l'une des plus importantes applications du Phénomène que j'ai mentionné ci-dessus. Car par cette méthode, on mesure des *quantités absolues* de *Chaleur* ; ce dont les méthodes précédentes étoient incapables.

181. Les Expériences dont je parle, sont rapportées dans le Mémoire de M. DE LA PLACE sur la *Chaleur* ; fruit d'Expériences qu'il avoit faites avec M. LAVOISIER, & l'un des plus beaux Ouvrages de Physique qui aît paru depuis long-tems. On voit dans le récit de ces Expériences ; que lorsque l'*Air déphlogistiqué* s'emploie, en même quantité, dans la Combustion du *Phosphore* & du *Charbon* ; se détruisant dans la première, & se trouvant seulement remplacé par de l'*Air fixe* (par transformation ou substitution) dans la dernière ; la *Chaleur* produite dans le premier cas, est à celle qui est produite dans le dernier, environ



comme 7 à 3. L'*Air déphlogistiqué* se décomposant dans la Combustion du *Phosphore*, le *Feu* alors libéré, vient en plus grande partie de cet *Air*. Mais à l'égard du *Charbon*; à moins qu'on ne suppose avec le Dr. CRAWFORD, que la *Chaleur* produite dans la Combustion de cette Substance, ne vienne que de la différence de *Capacité* de l'*Air déphlogistiqué* & de l'*Air fixe*, ce qui n'est pas vraisemblable (§166 & s.), il faut nécessairement, que le *Feu*, manifesté dans l'Expérience dont il s'agit, provînt du *Charbon* lui-même : car le seul *Feu* étranger qui y participa, fut celui, que l'extrémité rougie d'un fil de fer communiqua à une très-petite quantité de *Phosphore*, qui alluma un petit morceau d'*Amadou*, & celui-ci le *Charbon*.

182. Lorsque l'*Air déphlogistiqué* se détruit par la Combustion; la Substance combustible produit premièrement de l'*Air inflammable*, à la formation duquel s'emploie le *Feu* qu'elle contient. Mais l'*Air déphlogistiqué* ne se détruit pas toujours; & il paroît qu'alors sa fonction est seulement, de recevoir la Substance sensiblement pesante qui entre dans la composition de l'*Air inflammable*; par où le *Feu* se dégage, sans former ce dernier *Air*. Alors, dis-je, au lieu de l'*Air déphlogistiqué*, on trouve de l'*Air fixe*.



Et en général, c'est ce qui arrive au premier de ces Airs, lorsque, par des combinaisons encore fort obscures, une Substance appartenant à l'*Air inflammable*, & nommée le *Phlogistique*, s'unit à lui sans le détruire. C'est du moins ce qui semble résulter de nombre d'Expériences de M. KIRWAN, de qui la Chymie a déjà tant reçu, & dont elle a encore beaucoup à attendre sur ce sujet même, dont il est fort occupé.

183. La formation de l'*Air inflammable* dans une Substance combustible, ne suffit pas pour produire la Combustion; il faut de plus, que lorsque cet *Air* arrive en contact avec l'*Air déphlogistiqué*, il aît un certain degré de *Chaleur*, qui me paroît déterminé, par une Expérience que j'ai rapportée dans mon Ouvrage sur les *Mod. de l'Atm.* (§ 417, g), où de l'Huile d'olive, arrivée à une grande ébullition, s'*enflamma* sans communication extérieure de *Feu*. Un Thermomètre à Mercure, dont j'ai indiqué les conditions dans le susdit Ouvrage (§ 457, y & s), plongé dans cette Huile, s'y tenoit alors à 275° de mon Échelle, soit à environ 650° de *Fahrenheit*. Tant que l'Huile conserva ce degré de *Chaleur*, elle resta couverte de *Flamme*, quoique retirée de dessus le feu. Je l'éteignis, par un moyen qui fit trembler quelqu'un qui se trou-

voit présent. La quantité de l'Huile étoit assez grande ; la *Flamme* gagnoit déjà le Planché, par l'Huile qui s'extravafoit : on vouloit y jeter de l'Eau, fans songer aux effets des violentes explosions qui en auroient été la conféquence, comme je l'avois éprouvé par accident ; j'y jettai de l'Huile : le Thermomètre baiffa dans le Vafe, & la *Flamme* s'éteignit par-tout où j'en verfai.

184. L'*Ébullition* de l'Huile a quelque chose de particulier, qui mériteroit qu'on l'étudiât, en recueillant les *Fluides expansibles* qui sortent fucceffivement de fes Bulles. Cet *Ébullition* ne produit pas un degré fixe de *Chaleur*, comme celle de l'*Eau*. Mon Huile commença de bouillir à 240°, & en acquit encore 35 en continuant de bouillir. Il y a donc apparence qu'elle changeoit de nature en bouillant, & qu'ainfi le *Fluide expansible* qui s'échappoit, exigeoit toujours plus de *Chaleur* pour fe former. A quelque période de cette gradation d'effets, l'Huile produit de l'*Air inflammable* ; ou du moins le produit assez pur, pour qu'on puiſſe l'enflammer, quoiqu'il foit encore assez loin du degré de *Chaleur* où il s'enflamme spontanément.

185. Il me paroît donc qu'on peut conclure de l'Expérience ci-deſſus ; qu'il faut que l'*Air*

*Inflammable* soit arrivé à la *Chaleur* exprimée par le 275° degré de mon Échelle, pour qu'il se décompose avec l'*Air déphlogistiqué* qu'il rencontre. Et alors la production du *Feu* est très-grande ; car ce fut en ce moment, que la violence de l'Ébullition fit extravaser mon Huile. Pour désigner ce degré de *Chaleur* dans les remarques que je ferai à son sujet, je le nommerai *Chaleur brûlante*.

186. Il y auroit aussi quelques Expériences à faire, relativement à ce degré de *Chaleur*, en l'observant dans tous les cas d'*Inflammation spontanée*. Il en est d'abord un fort simple, qui a lieu au haut des Cheminées des Fourneaux de Fonte des Mines ; quand l'*Air inflammable*, soit pur, soit mêlé d'*Air fixe*, mais transparent, y *charbonne* le Bois, sans lui faire produire de la *Flamme* ; quoique lui-même en produise à la rencontre de l'*Air* extérieur. Il seroit donc intéressant de savoir, quel est le degré de *Chaleur* de cet *Air* qui sort de la Cheminée. On pourroit aussi peut-être renfermer de l'*Air inflammable* bien pur, dans un Matras à bec recourbé vers le bas & tiré en pointe ; placer ce Matras dans un Bain de sable qui le couvrît en entier, à l'exception du bec ; puis échauffer le *Bain*, jusqu'à ce qu'on vît paroître de la *Flamme*

au bec, par la sortie de l'*Air inflammable* dilaté ; & observer alors la *Chaleur* du bain. On pourroit encore, par quelque moyen qu'il ne seroit peut-être pas difficile d'imaginer, chercher à découvrir, qu'elle est la *Chaleur* acquise par la *Ilouille* (soit *Charbon de terre*), lorsqu'en la brûlant simplement tandis qu'elle se consume d'un côté sans produire de Flamme, elle s'*enflamme* spontanément. Enfin, on pourroit observer le degré de *Chaleur* des diverses Substances que la fermentation *enflamme*. Et dans tous ces cas, il faudroit chercher à connoître en même tems, les changemens qui arrivent dans l'*Air atmosphérique* intéressé à l'*Inflammation*.

187. N'ayant rien de certain sur tous ces objets, je ne puis raisonner que par conjecture ; & c'est ainsi avec la défiance naturelle en pareil cas, que j'exposerai les idées suivantes. Il me paroît donc, qu'une plus grande *Chaleur* entretenue dans les Combustibles qui *brûlent*, est une des plus puissantes Causes de production de nouvelle *Chaleur* ; parce qu'il en résulte la destruction de l'*Air déphlogistiqué*, au lieu d'une simple conversion de cet *Air* en *Air fixe*. Je vais rapporter les Faits sur lesquels je fonde cette opinion.

188. Je tiens du Dr. LIND le premier de ces Faits. On connoissoit l'habileté des Chinois dans la Pyrotechnie ; mais on ignoroit ce me semble, toute l'habileté qu'ils exercent dans la *Combustion* ordinaire, pour tirer un plus grand parti des Combustibles. Le Dr. LIND, qui, dans un Voyage en Chine, y a observé les Arts des Chinois avec des yeux très-éclairés, a donné une attention particulière à celui-là. C'est le même que nous employons dans nos Forges pour y augmenter la *Chaleur* ; mais nous le faisons plutôt, dans le dessein d'en produire beaucoup *à la fois*, que d'en avoir beaucoup *en totalité* ; & nous ne l'étendons pas comme les Chinois, à l'économie journalière, pour produire le plus de *Chaleur* possible, avec la même quantité de combustibles. Apparemment qu'ils y ont été conduits, parce que les Substances combustibles sont moins abondantes dans leurs contrées que dans les nôtres. Souvent ils n'emploient que de la Paille, là où nous employons le Bois ou le Charbon. Mais ils prennent d'abord le plus grand soin, pour réunir toute la *Chaleur* produite sur les Substances qui doivent être échauffées, & pour l'y conserver. Puis ils *soufflent* sans cesse les Combustibles tant qu'ils brûlent : sachant, disent-ils ; que plus leur flamme est



vive, plus la Chaleur *totale* qu'ils produisent est grande ; c'est-à-dire, qu'ils en produisent beaucoup moins, quand ils brûlent lentement, que lorsqu'ils sont promptement consumés. N'est-ce donc pas, que dans leur méthode, le degré de Chaleur auquel arrive le Combustible, lui fait produire de l'*Air inflammable* à la Chaleur brûlante ; par où, en se décomposant lui-même, il décompose l'*Air déphlogistiqué*?

189. Un second Fait qui conduit à la même conséquence, est la *Lampe* de M. ARGAND. La vive Flamme que produit cette Lampe, sans Fumée, paroît être le double signe, de la conversion totale de l'Huile en *Air inflammable*, & de la destruction de cet *Air*, avec l'*Air déphlogistiqué* qu'il rencontre dans l'*Air atmosphérique*. La première de ces opérations se voit à l'œil quand la *Lampe* est en bien bon ordre ; car en mettant l'œil à niveau de la mèche circulaire, on voit, entr'elle & la Flamme, un espace très-sensible, parfaitement transparent : les objets se distinguent au-delà, bien mieux qu'au travers d'un tube de verre. Cet intervalle n'est donc occupé que par de l'*Air inflammable* parfaitement pur, qui s'élève avec assez de rapidité pour se conserver cet espace à lui seul. Mais dès qu'il rencontre l'*Air déphlogistiqué*, qui s'é-



lève en dedans & en dehors de la Mèche & converge à une petite distance, ils se décomposent l'un & l'autre ; ce qui produit la belle Flamme dont le courant circulaire d'*Air inflammable* est couronné.

190. Je soupçonnai cet effet à un symptôme qui le caractérise. Je remarquois constamment, en allumant ma Lampe & lui appliquant sa Cheminée de Verre, que celle-ci étoit ternie par la condensation d'une *Vapeur aqueuse*, qui se dissipoit dès que le Verre étoit chaud. Je pensai donc, que cette Lampe ne convertissoit pas l'*Air déphlogistiqué* en *Air fixe*, mais le décomposoit. J'en parlai à M. ARGAND, que je trouvai de la même opinion ; & je le priai de vérifier cette conjecture, en essayant de recueillir de l'*Eau* au-dessus de sa Lampe, comme on peut le faire en brûlant de l'*Air inflammable*.

191. M. ARGAND a exécuté cette distillation, en plaçant simplement, à une petite hauteur au-dessus de la Flamme d'une de ses Lampes, une Tête d'Alambic dont le bec, prolongé par un long tube de verre, recevoit les *Vapeurs* & les condensoit. Malgré le désavantage de ce moyen ; employé à cause de sa simplicité, mais qui permettoit à une grande

partie des *Vapeurs* produites de s'échapper latéralement entre la Flamme & le chapiteau ; il a obtenu dans une de ses Expériences, demionce d'*Eau* parfaitement pure, tombée goutte à goutte dans l'espace de deux heures. Voilà donc la preuve que l'*Air déphlogistiqué* se décomposoit. Je ne m'étends pas ici sur ce symptôme, bien connu aujourd'hui, & auquel je reviendrai ailleurs.

192. Les divers Effets produits par cette *Lampe* étant des conséquences de la décomposition des deux *Airs*, il est de mon sujet de les détailler ici. Mais un second motif m'y engage : je le ferai par justice, & par l'intérêt que je prends à M. ARGAND mon Compatriote, que j'ai vu dès sa jeunesse, se vouer par penchant aux recherches physiques ; qui les a suivies avec assiduité génie & honneur, depuis que leur application à des usages utiles est devenue sa Vocation principale ; & qui, dans ce moment, est exposé peut-être à ne recevoir, pour compensation du tems & de l'argent qu'il a employé dans ce Pays-ci en venant y établir la Manufacture de ses *Lampes*, que le Sentiment de lui avoir rendu un grand service & le Suffrage des gens éclairés.

193. Trois avantages de cette *Lampe* la distinguent si évidemment, que toutes les personnes qui la virent lorsque M. ARGAND l'apporta dans ce Pays-ci en Novembre 1783 (avant qu'elle eût été imitée nulle part) en furent frappées, & l'engagèrent à prendre une *Patente*. Ce sont les mêmes avantages qui ont bandé tous les ressorts de l'Intérêt, pour enlever à l'Inventeur, le Privilège de fabriquer seul ses *Lampes* pendant 14 ans : tems bien court, quand on considère ce qu'il en coûte à tous ceux qui fondent une Manufacture ; & qui doit d'autant plus être conservé à l'Inventeur, qu'il se l'assure à prix d'Argent. Ces avantages si palpables, sont ; une grande Clarté, la libération de la Fumée, & l'économie de l'Huile comparativement à la Clarté produite. Mais il en est un quatrième non moins précieux, & que je vais expliquer.

194. Il a été prouvé par divers Physiciens, & principalement par M. LAVOISIER ; que lorsqu'une Chandelle brûle dans l'*Air commun* la portion de cet *Air* qu'on nomme *déphlogistiqué*, la seule qui soit propre à entretenir la Flamme & la Vie animale, se trouve remplacée par de l'*Air fixe*, impropre à ces deux fonctions : il faut donc pour l'une & l'autre, que l'*Air* se renouvelle. Les sages Loix établies dans la Nature y pour-

voient dans les cas communs : l'air dilaté par la *Chaleur*, s'élève, & se trouve aussi-tôt remplacé ; ce qui produit l'accès constant de nouvel *Air* autour des Combustibles qui brûlent.

195. Pour donner d'autant plus de pouvoir à cette opération naturelle, nous élevons au-dessus de nos Foyers, une *Cheminée* dans laquelle l'*Air* échauffé s'étend en hauteur ; ce qui rompt d'autant plus l'équilibre, entre la Colonne où les Combustibles brûlent, & ses voisines ; par où de nouvel *Air* leur arrive plus rapidement. Tel est donc aussi le Principe d'après lequel M. ARGAND a mis une *Cheminée* de Verre à sa Lampe : & il en résulte d'abord le double effet, de procurer un Courant d'*Air* autour de la Flamme, & de rendre plus rapide celui qu'il a établi dans l'intérieur de sa Mèche circulaire. Mais de là naît encore immédiatement, la destruction de l'*Air déphlogistiqué*, au lieu de sa conversion en *Air fixe* ; ce qui augmente beaucoup la rapidité des deux Courans d'air, & par conséquent les Effets qui en résultent.

196. La langueur des *Luminaires* communs en comparaison de la Lampe de M. ARGAND, vient de la conversion de l'*Air déphlogistiqué* en *Air fixe* par les premiers. Car d'abord, il en

résulte moins de *Feu*, comme je l'ai dit ci-dessus; & outre cela, il y a moins de rapidité dans le renouvellement de l'*Air*. L'*Air fixe* est d'une pesanteur spécifique sensiblement plus grande que l'*Air commun*. M. LAVOISIER a trouvé, que leur rapport étoit environ comme 70 à 47. Ainsi, quoique l'*Air* qui passe alors auprès de la Flamme, soit dilaté par la *Chaleur*, il ne s'élève que lentement. Mais quand de l'*Air inflammable* pur est produit; quand, par sa décomposition avec l'*Air déphlogistiqué*, une *Vapeur aqueuse* très-chaude leur est substituée; le débordement de cette *Vapeur*, qui fait *explosion* lorsqu'elle se forme tout à la fois par une certaine masse de ces *Airs*, produit ici l'ascension constamment rapide de l'*Air* auquel elle se mêle; & l'*Air* se renouvelle autour de la Flamme à proportion de cette rapidité.

197. Voici donc la marche générale des Effets dans cette *Lampe*. Une grande *Chaleur*, tour à tour Effet & Cause, produit d'abord la conversion presque entière de l'*Huile* en *Air inflammable* à la Température que j'ai nommée *Chaleur brûlante*. Cet *Air*, arrivant au contact de l'*Air déphlogistiqué*, se transforme avec lui en une *Vapeur aqueuse* surchargée de *Feu libre*. La *Flamme* est cette *Vapeur* elle-même, la



grande *Chaleur* qu'elle produit, vient d'une grande quantité de *Feu* soudainement libéré ; & sa *Clarté* brillante, de la décomposition d'autant plus abondante & plus complète d'une portion de ce *Feu*, qu'il est plus dense. La *Vapeur aqueuse*, après avoir lâché son *Feu* au lieu qu'indique la *Flamme*, se mêle à l'*Air* supérieur, & s'élève rapidement avec lui ; par où l'*Air* inférieur lui succède avec la même rapidité autour de la *Flamme*, & renouvelle ainsi les mêmes effets.

198. Jusques ici, je n'ai énoncé, que la marche d'où résulte la grande *illumination* produite par cette Lampe ; mais ce n'étoit pas la seule chose à désirer à l'égard des *Luminaires*. La pesanteur spécifique de l'*Air fixe* que forment ceux qu'on employoit jusqu'ici, en contribuant de plus en plus à leur longueur, dans les Appartemens où une Compagnie nombreuse devoit être bien éclairée, y rendoit l'*Air* mal-sain. Mais dans ceux qui seront éclairés par ces *Lampes*, l'*Air* vicié, gagnant sans cesse le Plafond, s'échappera par les ouvertures supérieures, & sera remplacé par de nouvel *Air*, entrant par les ouvertures inférieures : par où les Assistans, tout comme les *Lampes* qui les éclaireront, recevront sans cesse de nouvel *Air*. On pourra même favoriser cet effet, pour les grandes



Assemblées, les Hôpitaux, les Vaisseaux, les Prisons, en ouvrant à l'Air des passages convenablement distribués ; & avoir ainsi, par la Cause même qui contribuoit à vicier l'Air, un des plus excellens *Ventilateurs*. Il est donc évident dès à présent pour les personnes instruites, & il le fera sans doute enfin pour le Public, que M. ARGAND, par l'invention de cette *Lampe*, a rendu un très-grand service à la Société. (\*)

---

(\*) Quelques personnes, sans doute du nombre de celles qui ont voulu jouir de cette Manufacture naissante, sans y avoir dépensé ni tems ni argent ni génie, ont répandu, que M. ARGAND n'étoit pas l'Inventeur de la *Lampe* qu'il a apporté dans ce Pays-ci. Je me crois donc obligé de déclarer comme Témoin (ce qu'une grande Audience peut certifier comme moi) ; qu'il a été mis au-dessus de tout doute, par-devant la Cour de Justice qui a décidé jusqu'ici sur la *Patente* de M. ARGAND, qu'il est l'Inventeur de cette *Lampe*. Ne seroit-il donc pas naturel au moins, que les *Lampes* vendues pour le compte de MM. ARGAND BOLTON & PARKER, trois hommes de génie, dont les deux derniers étoient déjà fort connus dans ce Pays-ci, obtinssent une préférence exprimée, de la part de ceux qui aiment à récompenser le Mérite : indépendamment de celle qu'on accorde naturellement aux Inventeurs, dans l'exécution de leurs propres Inventions, quand la perfection des Effets, résulte de Causes inconnues aux Imitateurs ? Ceux de M. ARGAND ont montré d'une manière bien frappante, qu'ils n'entendoient pas ce qu'ils imitoient ; puisqu'en

199. Je viens à un autre symptôme de l'effet produit sur les *Combustibles*, par la durée de la *Chaleur brûlante* dans les parties qui se consomment ; effet qui, d'après ce que je viens d'exposer, me paroît être : la production continuée d'un *Air inflammable* accompagné de ce degré de *Chaleur*, & la décomposition qui en résulte, de cet *Air*, avec l'*Air déphlogistiqué* qui vient en contact. Un signe certain de cette opération, est la production de la *Vapeur aqueuse* ; & c'est celui qui accompagne la Combustion d'*Air inflammable*, produit & conservé séparément, lorsqu'on l'allume à l'extrémité d'un petit tuyau dans lequel on le force à passer ; ce qui produit une forte de Lampe.

200. On a observé depuis peu, un Phénomène assez singulier de ces Lampes à *Air inflammable*, qui fournit à l'Ouie, le moyen d'apercevoir la succession des Effets dont j'ai parlé ci-dessus. Si l'on place le bec d'une de ces Lampes dans l'intérieur d'une Cloche de Verre

---

plaidant contre sa Patente, sous prétexte que l'invention n'étoit pas nouvelle ; ils en ont donné pour toute preuve, l'affertion étonnamment absurde, que cette Lampe n'étoit que celle de CARDAN,

longue & étroite, on entend un *Son* très-distinct. Ce *Son* n'est pas (ou n'est du moins qu'accidentellement) au *Ton* de la Cloche frappée ; il est de la nature de celui que rend un Tuyau d'Orgue, & on le modifie de la même manière. C'est donc une *Vibration* dans l'*Air* même ; & elle est produite, par une rapide succession des alternatives, de formation de *Vapeurs* pures très-dilatées, & de leur destruction subite comme telles ; mais suivie bientôt d'une nouvelle évaporation, qui les mêle à l'*Air*.

201. Je pourrois rapporter ici plusieurs exemples de *Sons* produits par des *Vapeurs* ; mais je me bornerai à celui du *Sifflement* qui précède l'Ébullition de l'Eau. C'est un joli spectacle que celui de la cause de ce bruit, dans de l'Eau bien pure, placée sur un réchaud, dans un Vase ouvert bien poli à l'intérieur. Ce bruit est produit par des files de Bulles de Vapeur, qui s'élèvent du fond du Vase en chapelets décroissants, & qui se terminent dans l'intérieur de l'Eau. Ce sont leur formation & destruction alternatives qui produisent ce petit bruit, par les chocs de l'Eau contre elle-même dans les petits *Vuides* laissés par les *Vapeurs* détruites. Ces Files sont d'abord courtes, fort minces & fort serrées, & les *Sons* sont alors fort aigus : peu

à peu elles grossissent & s'allongent, & les *Sons* deviennent plus graves : quand elles arrivent jusqu'à la surface de l'Eau sans diminution de Volume ; le bruit change de nature, & l'Eau bout. C'est-là un exemple très-analogue aux *Sons* de la Lampe à l'*Air inflammable*.

202. J'ai été obligé d'anticiper sur les effets des *Affinités* du *Feu* qui produisent les *Fluides expansibles* ; parce que sans cela je n'aurois pu analyser les Phénomènes de *Chaleur* qui résultent de la Combustion, tant des Solides que des Liquides ; & montrer ainsi, la portion du *Feu* produit qui doit nécessairement provenir de ces Substances. Mais je reviendrai aux *Fluides expansibles*, pour les considérer plus particulièrement sous ce même point de vue, après avoir indiqué la part qu'a le *Feu* à l'existence des Liquides.

## SECTION V.

### *Des Phénomènes de Chaleur relatifs à la Liquéfaction.*

203. J'AI déjà dit ci-devant en quoi la *Liquidité* me paroît consister : c'est dans le peu d'adhérence des Particules d'une Substance à leur con-

tact, quoiqu'elles aient entr'elles une tendance à quelque distance. De la première de ces Propriétés, résulte leur Faculté de se mettre toujours de Niveau au lieu le plus bas qu'elles peuvent atteindre ; obéissant ainsi sans résistance aux Loix de la Pesanteur : & de la dernière, la tendance à s'arranger sphériquement quand elles sont libres.

204. Je ne connois aucune Substance simple, qui soit *liquide* par elle-même ; il me paroît, veux-je dire, que les Particules de toute Substance *liquide*, doivent cette Propriété distinctive à leur composition. Pour qu'un *Solide* devienne *Liquide*, il faut que ses Particules cessent d'être fortement unies au contact comme elles l'étoient auparavant ; & qu'au lieu de l'*indifférence* qu'elles montroient néanmoins entr'elles dès qu'elles étoient à la plus petite distance sensible, elles acquièrent une tendance à quelque distance ; & ce changement s'opère toujours , par quelque nouvelle combinaison chymique de ces Particules avec quelque autre Substance.

205. La plus générale & peut-être la seule combinaison qui produise ce changement dans les Tendances des Particules des Solides, est l'union d'une certaine quantité de *Feu* avec



leurs Particules. C'est, dis-je, au moins la plus générale ; car elle concerne toutes les *Liquéfactions* qui n'ont pour cause que l'augmentation de la *Chaleur*. Elle a donc lieu d'abord, dans tous les Liquides huileux résineux & minéraux, qui se forment à divers degrés de *Chaleur*, par la *Fusion* de Substances auparavant solides. Mais sur-tout elle a lieu dans le plus universellement répandu des Liquides, & qui de plus entre comme Base dans un si grand nombre de Substances de cette Classe ; en un mot dans l'*Eau*. Je parlerai d'abord de cette Cause de *Liquidité* ; & comme toutes les *Liquéfactions* qui en résultent, sont de même nature que celle qui forme l'*Eau*, je me bornerai à celle-ci.

206. J'ai déjà indiqué ci-devant (§ 179), un Phénomène fondamental dans cette Classe, savoir ; la fusion auprès du feu, d'une masse de *Glace* environnant la Boule d'un Thermomètre, lequel demeura fixe tandis que la *liquéfaction* s'opéra. Ce Phénomène prouve donc directement ; que le *Feu* qui entre dans la *Glace* disposée à fondre, n'y produit aucune augmentation de *Chaleur*, & que son seul effet est la transformation d'un Solide (la *Glace*) en un Liquide (l'*Eau*). Je vais montrer maintenant, l'existence de la même Cause, par le Phénomène inverse immédiat,



savoir ; la libération du *Feu* qui produisoit la *Liquidité* dans l'*Eau*, lorsque celle-ci reprend la forme de *Glace*.

207. Si l'on purge d'Air une petite quantité d'*Eau*, dans un Matras où l'on aît inséré un Thermomètre ; cette *Eau* pourra se refroidir beaucoup au-dessous du point de la Congélation ordinaire, sans *geler*. J'ai exposé de l'*Eau* dans cet état, à une Température naturelle de l'air qui la tint plusieurs jours aux environs de  $-8^{\circ}$  de mon Echelle, ce qui correspond au 14<sup>me</sup> degré de *Farenheit* ; & elle resta liquide. Le contact d'un petit morceaux de *Glace* fait geler subitement une partie de l'*Eau* ainsi refroidie ; mais bientôt, le *Feu* libéré par les parties gelées, réchauffe le reste de l'*Eau*, & ramène le tout à la Température où l'*Eau* gèle ordinairement : la masse demeure à cette Température jusqu'à ce qu'elle soit toute convertie en *Glace* ; après quoi elle se conforme à la Température extérieure.

208. M. DE LA PLACE, dans le Mémoire sur la *Chaleur* dont j'ai déjà parlé, expliquant de la même manière la lenteur de la Congélation ordinaire de l'*Eau*, remarque : qu'il faudroit qu'une masse d'*Eau*, à la Température de  
la

la Glace fondante, pût, à partir de ce point, perdre sans geler, une quantité de *Chaleur* égale à celle qu'elle absorbe en se formant de la *Glace*, pour *geler* en entier tout-à-coup ; & qu'après être gelée, elle se retrouveroit à la Température de la Glace fondante.

209. Ce Phénomène de la *Chaleur*, pour ainsi dire ressuscitée, dans une masse d'*Eau* qui a été refroidie au-delà du point de la *Congélation*, est inversement analogue à celui que j'ai rapporté ci-devant (§ 17), où de l'*Eau* qui, sans bouillir, avoit dépassé de  $9^{\circ}.\frac{4}{5}$  de mon Echelle le degré de chaleur de l'*Eau* bouillante, y revint dès qu'elle commença de bouillir : les causes de ces rétrogradations opposées étant celles qui produisent la fixité de la *Chaleur* de l'*Eau* bouillante & de celle de la *Glace fondante*.

210. Le Dr. BLACK est le premier, qui aït tenté de déterminer la *Chaleur* qu'absorbe la *Glace* en se *liquéfiant*. Il y est parvenu d'abord, en observant d'une manière très-ingénieuse, la quantité de *Chaleur* qui étoit communiquée à une masse de *Glace*, durant sa fusion par la seule Température du lieu : & inversement par la quantité de *Chaleur* qu'elle enlevoit à de l'*Eau*

chaude, en mêlant des Masses connues, de *Glace* à une Température déterminée, & d'*Eau* échauffée à un degré connu ; observant la Température du Mélange lorsque la *Glace* étoit entièrement fondue, & tenant compte des effets produits par des Causes étrangères : voici la conclusion générale qu'il a tirée de ces Expériences. Une Masse de *Glace* disposée à fondre, enlève à une Masse égale d'*Eau*,  $140^{\circ}$  de *Chaleur* mesurés par le Thermomètre de *Fahrenheit*, sans qu'elle change de Température, & simplement en se changeant en *Eau*. Si par exemple, on prend une Masse de *Glace* à la Température  $32^{\circ}$  de ce Thermomètre, & qu'on la mêle à une Masse égale d'*Eau* à  $172^{\circ}$  ; lorsque la *Glace* sera fondue, on aura la Masse totale en *Eau* à  $32^{\circ}$ . C'est cette quantité de  $140^{\circ}$  ; correspondante à  $62^{\circ}.\frac{2}{9}$  de mon Echelle, que le Dr. BLACK a nommée *Chaleur latente* de l'*Eau*.

211. M. WATT, qui connoissoit les Expériences du Dr. BLACK son ami, a eu la bonté de les répéter en ma présence. Nous employâmes de la *Neige*, à une Température observée, qui étoit un peu inférieure à celle de la *Glace fondante* ; parce que si la *Glace* pilée, ou la *Neige*, sont en état de fusion, elles sont toujours mêlées d'une certaine quantité d'*Eau*, qui

fait poids, sans contribuer à la perte de *Chaleur*. Avec cette attention, le résultat moyen de nos Expériences, ne différera pas sensiblement de celui que le Dr. BLACK avoit trouvé par les siennes.

212. MM. LAVOISIER & DE LA PLACE ont répété cette Expérience, & n'ont trouvé que  $60^{\circ}$ , au lieu de  $62\frac{2}{9}$ , pour la quantité de *Chaleur* qui disparoît à la formation de l'*Eau*. S'ils ont employé leur Appareil à Glace, cette différence peut provenir, de ce que la Glace pillée, qui absorboit la *Chaleur*, se trouvoit moins mêlée d'Eau après l'Expérience qu'à son commencement. Car, comme je l'ai dit ci-dessus, un peu d'*Eau* déjà produite, contient déjà une petite quantité de *Chaleur latente*, qui est en diminution de la quantité trouvée.

213. L'*Eau* est le plus grand des Phénomènes de *Liquidité* ; & d'après les Expériences seules que je viens de rapporter, je ne balancerois point à l'attribuer à une union chymique du *Feu* à la *Glace*, quand je n'aurois pas d'autres Phénomènes pour appuyer cette opinion. La seule Hypothèse qu'on puisse lui opposer ici, est ce me semble ; qu'une augmentation de *Capacité* dans la Substance qui se *liquéfie*, est la

Cause de la perte de *Chaleur* qui s'observe alors. Mais j'ai plusieurs objections contre cette Hypothèse, & je vais les détailler. Je ne craindrai pas d'être trop long sur cet objet; parce qu'il est nouveau en Physique, & qu'on ne l'a pas encore envisagé sous toutes ses faces.

214. La première chose à examiner, dans cette Hypothèse, est; s'il y a en effet, entre l'*Eau* & la *Glace*, une différence de *Capacité* à laquelle on puisse attribuer les changemens qui arrivent à la *Chaleur* quand l'une se forme de l'autre. On a supposé cette différence d'après les indications immédiates du *Thermomètre* lorsque, de l'*Eau* échauffée, & de la *Glace* refroidie, ont modifié séparément la *Chaleur* d'une même Substance; par exemple du Mercure. Mais j'objectai d'abord là-dessus au Dr. CRAWFORD; que d'après les seules Expériences qui eussent été faites encore sur la *Marche* du *Thermomètre* comparativement à celle de la *Chaleur*, on n'étoit point autorisé à regarder les *degrés* égaux du *Thermomètre*, comme représentant des différences de la *Chaleur* égales entr'elles: & qu'en attendant que ce point fût bien déterminé, il paroïssoit; que la différence supposée entre la *Capacité* de l'*Eau* & celle de la *Glace*, ne provenoit que du *Thermomètre*. Le rapport trouvé



entre la *Capacité* de la *Glace* & celle de l'*Eau*, est de 9 à 10. Or les Expériences (qui ne me sont pas connues) d'où l'on a conclu ce rapport, ont dû être faites à des différences de Température assez grandes, pour que 9° du Thermomètre dans celle qui regarde la *Glace*, fussent égaux à 10° dans celle de l'*Eau*, quant à la quantité réelle de *Chaleur*. C'est ce qu'on peut conclure de la Table des Marches correspondantes de la *Chaleur* réelle & du Thermomètre de Mercure, que j'ai donnée dans mon Ouvrage sur les *Mod. de l'Atm.* § 422, *III.*

215. Le Dr. CRAWFORD m'a informé depuis peu ; qu'ayant vérifié avec beaucoup de soin les Expériences qui servent de fondement à cette Table, il a trouvé des résultats semblables aux miens pour leur nature, mais un peu différens pour la quantité ; c'est-à-dire, que la Marche du *Thermomètre* de Mercure ne diffère pas autant de celle de la *Chaleur*, que je l'avois déterminé d'après mes Expériences. Cela se peut fort aisément ; car en décrivant ces Expériences, j'exprimai moi-même du doute sur leur exactitude. Mais je ne suis pas moins fondé à conclure de cette première considération ; que lorsqu'on a imaginé l'Hypothèse, si grande en Physique, que tous les Phénomènes spontanées de



Chaleur procèdent de Changemens dans les *Capacités* des Substances, on étoit fort loin d'avoir les Données nécessaires pour l'établir. C'est-ce qui paroîtra toujours mieux, par d'autres considérations que je vais ajouter à cette première.

216. Quand on feroit sûr de la Marche du *Thermomètre*, & qu'il auroit indiqué une différence sensible, entre les Modifications produites par la *Glace* & par l'*Eau* dans la *Chaleur* d'une troisième Substance, on ne feroit point encore en droit d'en conclure; que cette différence procède d'une différente *Capacité* de l'*Eau* & de la *Glace*: car elle pourroit aussi provenir d'un Changement de *Capacité* dans la troisième Substance, employée nécessairement à différentes *Températures*. C'est-là un Point qu'on n'a pas encore déterminé; & en l'objectant au Dr. CRAWFORD, je lui fis remarquer de plus: qu'en choisissant l'*Eau* pour point commun de comparaison, dans les *Températures* auxquelles elle peut être employée, on avoit choisi le Liquide le plus naturellement suspect de changer de *Capacité* par les changemens de *Température*; vu ceux qui arrivent dans sa résistance à être dilaté par les mêmes quantités de *Feu*: résistance à laquelle sont probablement liés, des

changemens de *Capacité* qu'on ne peut connoître que par des Expériences immédiates.

217. A ce dernier égard, je rapporterai ici un Article d'une lettre de M. le Prof. LICHTENBERG, datée de Gottingue le 21 Mars 1785, qui intéressera furement mes Lecteurs : voici cet Article. “ Comme vous avez tant fait d'Ex-  
“ périences sur les Expansions comparatives des  
“ Liquides par la Chaleur, avez-vous jamais  
“ pensé à une méthode de mesurer aussi la *fluidité*? L'autre jour il me passa une idée par  
“ la tête, qui dans des mains plus habiles que  
“ les miennes pourroit conduire à quelque chose  
“ de curieux. Je trouvai, que la même quan-  
“ tité d'Eau *chaude* donnoit un beaucoup plus  
“ grand nombre de *gouttes* que lorsqu'elle est  
“ *froide* ; ce qui est indubitablement dû à une  
“ plus grande *fluidité*. Cela s'apperçoit plus  
“ encore dans l'Huile. Mais regardant la Cha-  
“ leur, si-non comme la seule, du moins comme  
“ la principale Cause de la *fluidité*, la Question  
“ est de savoir, si cette Chaleur, qui s'emploie  
“ à rendre le Liquide plus fluide, ne devient  
“ pas *latente*, ou perdue pour le Thermomètre.  
“ Il me semble qu'on ne peut presque en dou-  
“ ter. Car une quantité de Chaleur qui est  
“ employée à un certain Effet, ne peut s'em-

“ ployer efficacement à un autre Effet. Par  
 “ où j’entends, que la Chaleur employée à pro-  
 “ duire la *fluidité*, est perdue pour le Thermo-  
 “ mètre. De sorte que je puis aisément ima-  
 “ giner un Liquide, sur lequel la Chaleur ne  
 “ produiroit d’autre effet, que celui de le ren-  
 “ dre plus *fluide*, sans qu’il montrât aucune  
 “ augmentation de Chaleur. Vous avez mon-  
 “ tré vous-même la différence remarquable en-  
 “ tre les Expansions comparatives du Mercure  
 “ & de l’Eau ; & si jamais un raisonnement  
 “ d’après les Causes finales m’a frappé d’admi-  
 “ ration, c’est le vôtre, en montrant (*Histoire*  
 “ *de la Terre*, &c.) quel bouleversement arri-  
 “ veroit dans la Nature organique, si l’Eau  
 “ venoit à se dilater, comme le Mercure, pro-  
 “ portionnellement à la Chaleur.”

218. M. DE LA PLACE, dans son Mémoire  
 sur la *Chaleur*, avoit exprimé la même idée à  
 l’égard d’une nouvelle *Chaleur latente* produite  
 par la dilatation des Corps qui reçoivent de la  
 Chaleur ; voici ses termes. “ Puisque la *dila-*  
 “ *tation*, la *fusion* & la *vaporisation* sont autant  
 “ d’effets de la Chaleur, on peut présumer avec  
 “ beaucoup de vraisemblance que dans la pro-  
 “ duction du premier de ces effets, comme dans  
 “ celle des autres, il y a une quantité de *Cha-*

“ leur qui s’absorbe , & qui par conséquent  
“ cesse d’être sensible au Thermomètre : mais  
“ le passage d’un Corps à ses divers états de  
“ dilatations se faisant par des nuances insen-  
“ sibles, on ne peut connoître les quantités de  
“ Chaleur ainsi absorbées, que par les accroisse-  
“ mens de sa *Chaleur spécifique*” (soit *Capacité*).  
“ Il est donc très-probable, que les Chaleurs  
“ spécifiques des Corps augmentent avec leur  
“ Température, mais suivant des Loix diffé-  
“ rentes pour chacun d’eux, & dépendantes de  
“ leurs constitutions particulières : ce qui est  
“ une nouvelle raison de rejeter le principe,  
“ qui suppose les quantités absolues de Chaleur  
“ proportionnelles aux Chaleurs spécifiques.”

219. On voit donc que deux Physiciens très-distingués, ont confirmé l’idée d’après laquelle je fis d’entrée au Dr. CRAWFORD cette objection ; que les *Capacités* spécifiques des Substances, conclues d’Expériences comparatives avec une même Substance qui n’étoit pas toujours à une même Température, n’étoient point certaines ; parce que cette Substance pouvoit changer de *Capacité* en changeant de Température : à quoi se rapportent les remarques analogues de MM. DE LA PLACE & LICHTENBERG. Quant aux idées particulières qu’ils ajoutent

l'un & l'autre à celle-là, voici qu'elle est mon opinion.

220. D'abord, quant à ce Phénomène observé par M. LICHTENBERG, d'une plus grande fréquence des *Gouttes*, dans un Liquide qui coule d'un même Vase par un même trou, quand il est plus *chaud* ; je le regarde comme une nouvelle preuve de la tendance mutuelle des Particules des Liquides entr'elles à quelque distance, que j'ai donnée comme un des Caractères distinctifs de la Liquidité. Ce Caractère se manifeste d'abord, par l'un des Phénomènes des Liquides auquel il sert d'explication ; savoir, la forme arrondie qu'affectent leurs petites masses, telles que des *Gouttes*. Je l'ai montré ensuite (§ 9) dans la Marche du Thermomètre d'Eau, en faisant observer ; que plus les Particules de l'*Eau* étoient déjà distantes, moins elles opposoient de résistance à être de nouveau écartées ; ce qui est un Caractère distinctif des Tendances à *distance* : & c'est aussi par-là, que le Phénomène découvert par M. LICHTENBERG confirme mon opinion. La formation des *Gouttes*, vient de cette Tendance des Particules du Liquide à rester unies entr'elles. Plus cette Tendance est forte, plus les *Gouttes* grossissent, parce qu'elles résistent da-



vantage à la *Pesanteur*, qui s'oppose à leur formation. Toute Cause qui affoiblit cette Tendance, doit donc accélérer la chute des *Gouttes* ; & c'est ce que produit l'augmentation de la *Chaleur*, qui augmente la distance des Particules entr'elles. J'aurois imaginé diverses Expériences à faire par cette méthode, si M. LICHTENBERG ne m'avoit prévenu dans la même Lettre ; que l'adhérence des *Gouttes* au Vase, y produisoit de telles irrégularités, que quoiqu'on y vît clairement le Phénomène général, on ne pouvoit déterminer les Marches distinctives de divers Liquides.

221. Quant à l'idée, commune à MM. LICHTENBERG & DE LA PLACE ; que la *Chaleur* qui s'emploie ; soit pour augmenter la *Fluidité*, suivant le premier ; soit pour produire simplement la *dilatation*, suivant le dernier ; doit se trouver *latente*, de même que celle qui produit la *Liquéfaction* : comme les Mots *Chaleur* & *Chaleur latente* sont encore trop équivoques, pour qu'on puisse compter sur un Langage commun ; je me contenterai d'exposer mes propres idées sur les Phénomènes comparés ici, en y employant le Langage auquel j'espère que mes Lecteurs sont maintenant accoutumés.



222. La *Liquéfaction*, est un Phénomène absolument distinct d'une plus ou moins grande *Dilatation* du *Liquide* formé, dont les degrés produisent seulement une plus ou moins grande Tendance de ses Particules entr'elles. La première est un vrai *changement d'état* dans la Substance : les degrés de l'autre, ne sont que des modifications d'un *même état*. Or le *Feu*, cause immédiate de ces deux Phénomènes distincts, y éprouve lui-même des Modifications très-distinctes. Et pour parler d'abord de la *Liquéfaction* ; il la produit, en s'unissant aux Particules du Solide : & par-là, immédiatement, il se fait une perte de *Chaleur* ; parce qu'il s'emploie moins de *Feu* à la produire dans la Substance. C'est le Dr. BLACK qui a imaginé l'expression *Chaleur latente* ; & c'est en décrivant le Phénomène de la *Liquéfaction*, qu'il l'a employée : ainsi on y voit à quoi elle s'applique. Mais pour prévenir toute équivoque, j'ai nommé *Feu latent*, la même chose exprimée par *Chaleur latente* dans ce premier Phénomène ; auquel les différens degrés de *Dilatation* du *Liquide* formé, n'ont plus aucun rapport.

223. L'augmentation de la quantité de *Feu* dans un Corps quelconque, y produit une augmentation de *Chaleur*, suivie de *Dilatation*.

C'est donc à la *Chaleur* elle-même, comme existante, comme sensible au Thermomètre (qui en est la mesure), qu'est due la *Dilatation*, sans qu'aucun *Feu* devienne *latent*. La *Chaleur*, dans le sens où j'ai toujours employé ce Mot, n'est autre chose, que le *Degré actuel de Force expansive du Feu*. C'est par l'augmentation de ce *Degré*, que le Corps éprouve une plus grande *Dilatation*. Aucune portion du *Feu* ne devient donc *latente*, ou inactive dans la marche des *Dilatations* ; puisque c'est à son *activité* qu'elles sont dues.

224. Mais j'ai expliqué ci-devant (§ 163), comment une même quantité de *Feu*, toujours *active*, toujours perceptible par la *Chaleur*, pouvoit exercer plus ou moins de Force expansive en diverses Substances, soit y produire plus ou moins de *Chaleur*. C'est en cela que j'ai fait consister les différences de *Capacité* des Substances ; & j'en ai assigné la Cause, à différentes natures de leurs *Pores*. Quand une Substance se *dilate* par la *Chaleur*, il y a sans doute une augmentation, déterminée par la *Dilatation* même, dans la somme des Pores ; mais il n'y a rien de déterminé quant à leur nature : les *Pores* peuvent demeurer en même nombre, & seulement s'a-

grandir ; ils peuvent diminuer au contraire, en devenant plus nombreux dans une plus grande proportion ; dans l'un & l'autre cas, ils peuvent changer de connexion & de figure. Or toutes ces différences influent sur la *Capacité* ; mais comme on ne les apperçoit point, on ne peut savoir, que par des Expériences immédiates, ce qui arrive à cet égard aux Substances dans leurs divers degrés de *dilatation*. J'en avois imaginé d'une espèce, que je communiquai à M. DE LA PLACE en 1781, mais que nous n'avons encore tentées ni l'un ni l'autre. Il s'agissoit de répéter, avec différentes sortes de Liquides, les mêmes Expériences que j'ai faites avec l'Eau, pour chercher les Marches comparatives du *Thermomètre* & de la *Chaleur* ; & voir par-là, si tout Liquide indiqueroit une même Marche comparative ; ce qui n'est pas certain, & qu'il importeroit de savoir. Mais en attendant, & d'après l'incertitude où nous sommes à l'égard de l'effet des changemens de *Température* sur les *Capacités* des Substances, je conclurai avec M. DE LA PLACE ; que *c'est une nouvelle raison, de rejeter le Principe qui suppose les Quantités absolues de Chaleur, proportionnelles aux Chaleurs spécifiques* ; c'est-à-dire aux *Capacités* conclues à la manière dont on l'a fait jusqu'ici.

225. Je viens à un troisième motif de ne pas admettre ce Principe. Quand on auroit trouvé avec certitude, que la *Capacité* de l'*Eau* est plus grande que celle de la *Glace* d'une certaine quantité déterminée, on ne feroit point encore en droit d'en conclure ; que toute la Perte de *Chaleur* observée dans la *liquéfaction* de la *Glace*, est due à cette circonstance. Car il faudroit savoir de plus, quelle est la *quantité absolue* de *Chaleur* de la *Glace fondante* ; & montrer, que la Perte de *Chaleur* observée, en est une partie aliquote, égale au rapport des deux *Capacités*. Les Partisans du Systême que j'examine, doutoient si peu de sa solidité, qu'ils concluoient la *quantité totale* de la *Chaleur* contenue dans la *Glace*, de cette Perte même de *Chaleur* qu'ils devoient expliquer. Cependant chacun de ces Points avoit également besoin de preuve directe, avant qu'il pût servir à établir l'autre ; ce qui réduisoit la marche de leur raisonnement à un Cercle vicieux. Je le fis observer au Dr. CRAWFORD, qui en convint ; & comme j'avois des argumens directs contre l'Hypothèse fondamentale ; argumens auxquels je viendrai ; je lui annonçai dès-lors ; que la Question se décideroit probablement entre nous, lorsqu'on chercheroit la *quantité absolue* de *Chaleur* par différens sentiers de la même route. En effet,

si des Changemens de *Capacité* sont la seule Cause des Phénomènes spontanés de *Chaleur* ; toutes les fois qu'on aura déterminé, & les *Capacités* comparatives des Substances avant & après le Phénomène, & la quantité dont la *Chaleur* aura augmenté ou diminué ; les résultats devront toujours fournir une même quantité de *Chaleur absolue* des Corps à une Température donnée. Or je montrai déjà au Dr. CRAWFORD, dans quelques Expériences de M. KIRWAN relatives aux dissolutions des Sels & au mélange de l'Esprit de vin avec l'Eau, des résultats contradictoires avec cette conséquence nécessaire de l'Hypothèse ; & je lui annonçai, que plus on la soumettroit à l'Expérience sous cette forme, moins elle pourroit se soutenir.

226. Ma conjecture à cet égard ne tarda pas à se réaliser ; car environ un an après, parurent ces Expériences de MM. LAVOISIER & DE LA PLACE que j'ai citées, & dont plusieurs ont eu pour but direct de décider cette Question. Je ne connois point de méthode aussi sûre que la leur, pour des Expériences de cette espèce ; & les résultats furent tels que je les avois attendus ; c'est-à-dire, qu'il y eut de très-grands écarts dans la prétendue quantité de *Chaleur absolue* fournie d'après l'Hypothèse. Je n'en rapporterai pas



pas les détails, qui sont connus ; & je me contenterai de transcrire les divers nombres de Degrés de mon Échelle, qui marquèrent les *quantités absolues* de *Chaleur*, à la Température de la *Glace fondante*, dans celles de ces Expériences qui la fournirent comme une quantité *positive* ; ces Nombres sont 1538, 3242, 1169 : tandis que la première quantité qu'on avoit conclue de la liquéfaction de la *Glace*, n'étoit qu'environ 600 : voilà sans doute déjà un grand écart. Mais de plus, l'Hypothèse devint contradictoire, par deux autres Expériences où elle fournit des quantités *négatives* pour la *Chaleur absolue* de la *Glace fondante* ; ce que j'avois déjà fait remarquer au Dr. CRAWFORD dans les deux cas indiqués ci-dessus.

227. La *Chaleur absolue* des Corps à une Température donnée, reste donc pour nous Lettre close. Autrefois on n'y songeoit pas : on nommoit *Chaleur* double, triple ; des nombres doubles, triples de degrés au-dessus du 0 arbitraire du Thermomètre. Depuis qu'on a reconnu cette erreur, on donne peut-être dans l'extrême opposé ; celui de regarder la *Chaleur absolue*, comme très-grande encore aux Températures les plus abaissées que nous puissions observer. Les Expériences de M. BRAWN, faites



à Peterfbourg fur la Congélation du Mercure, avoient accredité cette opinion. Il y vit baiffer le Thermomètre de *De Lifle* à  $650^{\circ}$ , foit —  $568\frac{1}{4}$  de *Fahrenbeit*, & — 267 de mon Échelle; & alors le Mercure gela. Mais nous apprenons dans un Mémoire bien intéreffant du Dr. BLAGDEN, relatif à des Expériences faites par M. HUTCHINS à la Baie d'Hudfon, fous fa direction & celle de M. CAVENDISH (*Trans. philos.* année 1784), que cette détermination de la Température à laquelle le *Mercury* gèle, étoit une méprife; parce que ce Liquide, au moment où il gèle, éprouve une contraction fubite, femblable à celle que j'avois obfervée dans l'*Huile d'olive* (*Rech. fur les Mod. de l'At.* § 414, q); & que la Température à laquelle il éprouve cette modification, déterminée par un Thermomètre d'Esprit de vin, eft feulemeut — 40 de *Fahrenbeit* =  $210^{\circ}$  de *De Lifle*. Il ne reffe donc aucun Fait d'après lequel nous foyons autorifés à penfer; que lorsque le Mercure gèle, fa *Chaleur abfolue* foit encore très-grande: & par conféquent les idées qu'on peut s'en faire d'après des confidérations indirectes & équivoques, ne fauroient être admifes comme preuves dans aucun objet contéfté.

228. Je viens maintenant au motif particulier que j'eus dès l'entrée, de fufpecter l'Hypo-

thèse qui nous occupe, je veux dire celle-ci ; “ que  
“ des changemens dans les *Capacités* des Substan-  
“ ces, sont la Cause générale de tous les Phé-  
“ nomènes d’augmentation ou diminution de la  
“ *Chaleur*, qui arrivent sans que des Substances  
“ étrangères à celles qui sont intéressées au  
“ Phénomène, leur en communiquent ou leur  
“ en ôtent.” Ce motif général est ; qu’en ad-  
mettant l’Hypothèse, les plus grands Phéno-  
mènes de la Nature sur notre Globe, se trouvent  
sans explication. Je vais le faire voir dans le  
cas de la *Liquidité* ; & l’on pourra le reconnoître  
de même dans tous les cas analogues, sans que  
j’en répète la démonstration.

229. La *Liquéfaction* est sûrement un des  
plus grands Phénomènes terrestres ; & dès qu’on  
traite de *Causes*, celui-ci doit en avoir une.  
Dire qu’il est opéré par la *Chaleur*, sans expli-  
quer comment ; ce n’est autre chose que répéter  
le Fait. Quand la *Glace* est arrivée à une cer-  
taine *Température*, elle *fond* : mais *pourquoi* ?  
Prétendre, comme l’ont fait quelques Physsi-  
ciens, que les Particules d’un Solide, écartées  
par la *Chaleur*, n’ont plus autant d’adhérence  
entr’elles ; & qu’éprouvant ainsi moins de frot-  
tement, elles cèdent sans peine à leur *Attraction*  
*mutuelle* & à la *Pesanteur* ; feroit ici contredire

le Fait : car lorsque la *Glace* fond, son *volume* diminue. Il faut donc que la *Chaleur* agisse de quelque autre manière pour produire la *Liquidité*. Une circonstance qui s'observe alors, ne peut qu'avoir du rapport avec la Cause du Phénomène : c'est qu'au moment où la *liquéfaction* s'opère ; quoique l'on continue à communiquer de la *Chaleur* à la Substance, sa *Température* ne change pas. Ainsi la même Cause qui, dans d'autres circonstances, auroit produit une augmentation de *Chaleur*, n'en produit point alors, mais la *liquéfaction* s'opère. Voilà donc un fil qui devoit conduire à une explication réelle de ce Phénomène de *Chaleur*. Il ne s'agissoit plus que de donner une idée de la Cause de la *Chaleur*, & de la manière dont elle produit l'un & l'autre de ces Effets, mais seulement l'un ou l'autre à la fois ; & c'est ce que je crois avoir fait.

230. Voyons au contraire ce qu'emporte l'Hypothèse que j'examine. La Perte de *Chaleur* qui s'observe au moment de la *Liquéfaction*, vient, dit-on, du Changement de *Capacité* de la Substance. Ce n'est donc que lorsque la *Capacité* a changé, que la *Chaleur* diminue : mais lorsque la *Capacité* a changé, nous avons déjà un Li-

*quide* à la place d'un *Solide*. Qu'est-ce donc qui a produit cette *Transformation* ? C'est ce dont on ne s'occupe point : & voilà comment on laisse sans Cause, un des plus grands Phénomènes terrestres, pour expliquer ce qui n'en est qu'une circonstance. Le même défaut se retrouve, & d'une manière bien plus frappante encore, dans la *Vaporisation*, dont je parlerai ci-après, & en général dans tous les Phénomènes où l'on observe de grands Changemens de *Chaleur*. En ne s'occupant, dis-je, que de ces derniers changemens, & voulant les assigner par-tout à des changemens de *Capacité*, on laisse sans Causes nombre d'autres circonstances non moins importantes que celle-là. La *Capacité* moyenne d'un assemblage de Substances ne peut changer, sans qu'il ne s'y fasse quelque autre changement essentiel, dont celui-là n'est qu'une conséquence. En supposant donc que c'est alors seulement que la *Chaleur* change, il faut assigner quelque autre Cause aux Effets antérieurs ; ce dont pourtant on ne s'occupe pas. Telle fut la considération générale qui me fit suspecter cette Hypothèse, avant même que d'en avoir examiné les fondemens directs ; & cet examen me confirma dans mon idée. J'en donnerai de nouvelles raisons, en traitant d'autres Phénomènes de la *Chaleur*.

231. Le changement de *Capacité* de la *Glace* convertie en *Eau*, étant la seule Cause qu'on eût assignée à la Perte de Chaleur observée alors, & cette Cause n'étant pas réelle, je reviens à mon système à cet égard, savoir ; qu'une union par *Affinité*, du *Feu* avec les Particules de la *Glace*, est la Cause immédiate de la première des Circonstances du Phénomène qu'il falloit expliquer, soit la transformation de ce *Solide* en un *Liquide* : par où la circonstance secondaire ; savoir, la diminution de la *Chaleur* ; s'explique aussi immédiatement ; puisque le *Feu* qui se combine ainsi avec la *Glace* pour produire l'*Eau*, cesse par cela même de contribuer à la *Chaleur*. Ces deux circonstances simultanées, effets d'une même Cause, sont communes à tous les cas où la *liquéfaction* est immédiatement opérée par la *Chaleur* seule. Une observation générale suffit pour établir, que dans toutes ces *Liquéfactions* il y a aussi Perte de *Chaleur* ; c'est qu'elles se font toujours à une même Température dans les Substances homogènes, & que cette Température est fixe durant l'opération. Car puisque le *Feu* qui continue à entrer dans la Substance, n'y augmente plus alors la *Chaleur*, il faut bien qu'il devienne *latent* : ainsi tous ces Phénomènes sont de même nature que celui de la *liquéfaction* de la *Glace*. Cette fixité de



Température dans les Substances qui se *liquéfient* par la seule action du *Feu*, avoit déjà été découverte par NEWTON ; & il en avoit même tiré l'idée d'une *Échelle* du *Thermomètre*, à laquelle, faute de l'avoir puisée dans sa Source, je ne donnai pas les éloges qu'elle méritoit lorsque je la décrivis dans mon Ouvrage sur les *Modifications de l'Atmosphère* ; je vais donc réparer ce tort.

232. C'est à M. VANDERMONDE que je dois, d'avoir reconnu mon erreur sur ce plan de NEWTON pour la formation d'une *Échelle* du *Thermomètre* ; il me la fit remarquer dans des entretiens que nous eûmes à Paris en 1781 sur divers objets relatifs à la *Chaleur*, & en particulier sur ma tentative de fixer le rapport de la Cause à ses Effets dans le *Thermomètre* ; ce qui avoit déjà été le plan de NEWTON. Ce plan consistoit, 1°. à faire chauffer une masse de Fer assez grande pour que son refroidissement fût fort lent ; 2°. à la laisser refroidir dans un lieu où l'on entretiendrait une même Température par un courant d'Air ; 3°. à placer successivement sur cette masse de Fer, de petites masses, égales entr'elles, de diverses Substances qui se *liquéfient* à différens degrés de *Chaleur* ; 4°. enfin, à observer les *Temps* aux-



quels chacune de ces Substances, d'abord *liquéfiées*, commenceroient à se *figer* ; ce qui se fait sensiblement à la même Température où ces Substances commencent à fondre.

233. NEWTON entreprit lui-même l'exécution de ce plan, & en fit la base de l'*Échelle* de son Thermomètre, où je ne considérerai en le décrivant, que le nombre de *degrés* compris entre les deux Points fixes ordinaires. Cependant voici ce qui méritoit le plus d'être remarqué. La Masse de Fer, en perdant son excès de *Chaleur* sur le Milieu entretenu à une même Température, devoit toujours perdre, dans des *Tems* égaux, des *parties aliquotes* égales de l'excès *restant*. De sorte que, connoissant les *Tems* écoulés entre chacun de ces Phénomènes de *Chaleur* ; dont on auroit marqué les Points sur le Thermomètre par des Expériences immédiates ; on pourroit en conclure les rapports qu'auroient entr'elles les quantités de *Chaleur* correspondantes aux Intervalles de ces divers Points. En suivant ce plan avec toutes les précautions nécessaires pour le réaliser, on parviendroit à construire un Thermomètre *équidifférentiel*. Or c'est de ce même Thermomètre que je me suis occupé, d'après un plan fort différent de celui-là, imaginé par M. LE SAGE,

qui avoit ainfi rempli une Vue de NEWTON à laquelle il n'avoit pas pris garde, comme il a fuivi une Vue bien plus importante de ce grand Homme, celle d'affigner une *Cause mécanique* à la GRAVITÉ.

234. Je reviens à mon fujet principal. Il eft donc constant ; que dans toute *Liquéfaction* opérée par la *Chaleur*, le *Feu* qui s'y emploie difparoît au Thermomètre. Et comme la *Liquidité* indique des Propriétés diftinctives dans les Subftances qui la poffèdent, & que nous leur voyons acquérir ces Propriétés dans des opérations où il fe fait en même tems une Perte de *Chaleur*, il me femble naturel d'en conclure en général ; qu'il eft de l'effence de la *Liquidité*, qu'une certaine quantité de *Feu* fe trouve en combinaifon avec les Particules des Subftances qui paroiffoient fous cette forme. Toute fois ce Syftême n'eft pas fans quelques difficultés, à caufe de certaines *Liquéfactions* de la *Glace*, où la Perte de la *Chaleur* n'eft pas proportionnée à ce que nous connoiffons de la quantité de *Feu latent* que doit avoir l'*Eau*. Je vais examiner cette Claffe de Phénomènes.

235. Quand on mêle du *Sel marin* à la *Glace* en proportion convenable, les deux *Solides* fe

transforment en un *Liquide*, que je nommerai *Saumure*. Ce *Liquide* est formé, tant de la *Glace*, que de l'*Eau de crySTALLISATION* du *Sel*; & l'*Eau* totale tient en dissolution les *Particules Salines*. Il a donc fallu que toute cette *Eau* reçût son *Feu latent*. L'Expérience nous a appris, que lorsqu'il s'agit de la *liquéfaction* simple de la *Glace* par la *Chaleur*, le *Feu latent* contenu dans l'*Eau* produite, vient d'une quantité de *Feu libre*, qui produisoit environ 62° de *Chaleur* (sur mon Échelle) dans la masse : mais quand la *liquéfaction* est opérée par le *Sel marin*, la masse de ces Substances ne perd que 17° de *Chaleur*. Seroit-ce donc, que la *Saumure* n'a pas besoin d'autant de *Feu latent* que l'*Eau* pure ? Ou bien, le *Sel* crySTALLISÉ, joint-il à ses Ingrédients déjà connus, une certaine quantité de *Feu combiné*, qui se dégage dans sa dissolution & en fournit ainsi au *Liquide* ? Je panche pour cette dernière opinion : mais afin de l'examiner avec quelque fruit ; en attendant que des Expériences directes en décident ; il faut d'abord fixer ici, quelle devoit être la quantité du *Feu combiné* dans le *Sel marin*, d'après ce Phénomène de *Liquéfaction* de la *Glace* & du *Sel*. Le refroidissement produit n'est que de 17 de mes Degrés, & il devoit être d'environ 62 : par conséquent, cette quantité de *Feu* supposée

dans le *Sel* (qui ne fait qu'environ le tiers de la Masse) doit être telle, qu'elle produise 45° de *Chaleur* dans toute la Masse.

236. Quelques Phénomènes nous indiquent une Cause analogue à celle que je suppose ici : ce sont ceux des liquéfactions de la *Glace* produites par certaines *Acides*, & par l'*Esprit-de-vin* ; dans lesquelles le *refroidissement* n'est pas proportionné non plus à toute la quantité de *Liquide* qui se forme ; mais où en même tems nous en voyons la Cause, en ce que ces mêmes Substances, étant mêlées à l'*Eau*, produisent une augmentation de *Chaleur*. Il paroît donc qu'en ces cas-là, une Cause intérieure d'augmentation dans la *Chaleur*, diminue le besoin de *Feu* étranger, pour fournir le *Feu latent* nécessaire à l'*Eau* qui se forme de la *Glace*. Toutes les circonstances de ces Phénomènes sont très-intéressantes pour la Théorie de la *Chaleur* ; & on les verra développées d'une manière bien instructive, dans un Mémoire de M. CAVENDISH présenté depuis peu à la Société Royale ; Mémoire qui a pour objet, de nouvelles Expériences faites à la Baie d'Hudson, sur le mélange de divers *Acides* avec la *Glace* par de grandes diminutions naturelles de la *Chaleur*.

237. Mais en supposant, par analogie, que dans la dissolution du *Sel marin* par la *Glace*, il y a une Cause intérieure d'augmentation dans la *Chaleur* qui fournit au *Liquide* produit les  $\frac{4.5}{6.2}$  de son *Feu latent* ; & que cette Cause est, du *Feu* qui se dégage dans la décomposition de ce *Sel* ; on n'a fait encore que transporter la difficulté sur le cas de sa dissolution par l'*Eau*. Car ici, l'*Eau de cristallisation* du *Sel*, est la seule qui doit recevoir du *Feu latent* pour devenir *liquide* ; puisque l'*Eau* dissolvante, qui est déjà *liquide*, n'en a pas besoin. Il faudroit donc alors retrouver, par une augmentation dans la *Chaleur*, environ les  $\frac{2}{3}$  de ce *Feu* supposé dans le *Sel*. Cependant, au lieu d'augmentation de *Chaleur* quand l'*Eau* dissout le *Sel marin*, il y y a *refroidissement*. Il faut donc ici (au contraire du cas de la *Glace*) trouver une Cause intérieure de diminution de *Chaleur*, capable d'absorber d'abord, tout ce *Feu* excédant dégagé du *Sel*, qui auroit produit environ 30° de *Chaleur* dans la *Masse* ; & de plus quelque *Feu* étranger, puisqu'il y a *refroidissement*. Je vais expliquer des Causes qui sont peut-être capables de produire ces effets.

238. En parlant ci-devant des Phénomènes du Thermomètre d'*Eau*, j'ai fait remarquer ;



que lorsque ce Liquide est près de la Congélation, le *Feu* qu'il contient peut à peine en écarter les Particules, à cause de l'augmentation de leur Tendance entr'elles (§ 9). On peut voir dans la Table que j'ai donnée (*Rech. sur les Mod. de l'Atm.* § 418, m.) des Marches correspondantes de différens Liquides par la *Chaleur* ; que lorsque le Thermomètre de *Mercure* a parcouru le premier 8<sup>me</sup> de son Echelle, savoir, de 0 à + 10, l'*Eau* n'en a parcouru encore qu'environ  $\frac{1}{50}$ . C'est-à-dire, qu'elle ne s'est dilatée que d'  $\frac{1}{50}$  de la quantité dont elle se dilate en passant de la Température de la *Glace fondante* à celle de l'*Eau bouillante* ; tandis que le *Mercure* s'est dilaté d'  $\frac{1}{5}$  de la même quantité, qui sert aussi de base à son Echelle. Cependant la *Chaleur* est alors égale dans les deux Liquides ; c'est-à-dire que le *Feu* y exerce un même degré de Force expansive ; quoique l'*Eau*, en passant, comme le *Mercure*, de la Température de la *Glace fondante* à celle-là, aît éprouvé si peu de dilatation.

239. Si l'on jette ensuite les yeux (dans la même Table) sur la Marche du Thermomètre de *Saumure*, on y verra ; qu'à cette même Température, elle résiste bien moins à l'action expansive du *Feu* ; car par le même changement



dans la *Chaleur* qui n'a fait parcourir à l'*Eau* qu'  $\frac{1}{50}$  de son Echelle, la *Saumure* en a parcouru  $\frac{1}{5}$ . Ainsi, lorsque l'*Eau* a dissout du *Sel marin*, le *Feu* contenu dans le Mixte, éprouve moins de résistance à écarter ses Particules, qu'il n'en avoit à écarter celles des deux Ingrédients séparés : il dilate donc ce Mixte en se dilatant lui-même. Or quand le *Feu* se dilate, il perd une partie de sa *Force expansive* : & puisque la *Chaleur* n'est que le degré actuel de *Force expansive* du *Feu* ; elle doit diminuer dans le nouveau Liquide, produit de la dissolution du *Sel* par l'*Eau*.

240. Cette Cause de diminution de *Chaleur* me paroît indubitable : elle appartient à une Classe particulière de Phénomènes de *Chaleur*, dont la Cause commune est ; le changement de la *Pression* sur une même quantité de *Feu* libre ; soit le changement inverse dans la *Capacité géométrique* de la Substance qui le contient. Je nomme *Capacité géométrique*, l'Espace total laissé au *Feu* dans les Substances ; soit la *Somme* de leurs Pores. Par où je distingue les Phénomènes de cette Classe, d'avec ceux qui résultent des changemens dans l'Espèce de *Capacité* dont il a été question ci-devant ; *Capacité* que je nommerai *physique*, parce qu'elle dépend, non de la *somme*, mais de la *nature* des Pores (§ 224).

Lors donc que la *Capacité géométrique* vient à changer ; la *Capacité physique* peut, ou rester la même, ou changer dans l'un des sens contraires : & l'on ne peut découvrir le changement qui s'est fait à cet égard, qu'en prenant même *Volume* de la Substance (ou des Substances) avant & après le Changement de *Capacité géométrique* ; & cherchant sous cette forme, par des Expériences immédiates, les *Capacités physiques* correspondantes aux deux états (§ 164).

241. Outre le Phénomène de *Chaleur* ci-dessus, opéré dans la dissolution du *Sel marin* par l'*Eau*, je range encore dans cette Classe des Phénomènes de *Chaleur* produits par le Changement de la *Capacité géométrique* ; un Phénomène inverse ; savoir, l'augmentation, ou partie de l'augmentation de *Chaleur* qui a lieu, quand on mêle l'*Esprit-de-vin* à l'*Eau*. Au moment du mélange, il se fait une *contraction* dans le Mixte : son Volume total est moindre que celui de ses Ingrédients. Ainsi la Tendance mutuelle des Particules du *Mixte* est devenue plus grande que la somme des Tendances dans ses Ingrédients ; d'où résulte une plus grande *Pression* sur le *Feu* contenu dans leurs Pores. Or ce changement doit nécessairement produire une augmentation dans la *Chaleur* : indé-

pendamment des autres Causes qui peuvent agir dans le même sens ou dans le sens contraire ; car je ne crois pas que le Phénomène soit simple ; & il en est même probablement très-peu de simples dans ce genre.

241. J'ai déjà rapporté ci-devant (§ 126) un troisième Phénomène de cette même Classe, savoir ; l'augmentation de la *Chaleur* dans une masse de Fer qu'on forge rapidement ; augmentation produite par une diminution de la *Capacité géométrique* de cette masse, trop prompte pour que le *Feu* qu'elle contient puisse s'échapper d'abord, proportionnellement du moins à la diminution de l'Espace qui le contient. J'y range encore ces Phénomènes de *Chaleur*, dont j'ai aussi parlé ci-devant (§ 91), qui résultent de raréfactions ou condensations subites de l'*Air* ; dans lesquelles le *Feu* qui lui est mêlé, éprouve les mêmes modifications que lui. Dans ces opérations, veux-je dire, la *Force expansive* du *Feu* éprouve les mêmes changemens que celle de l'*Air* ; & cela se manifeste par le changement qu'éprouve la *Chaleur*, avant que l'équilibre du *Feu* aît pu se rétablir au travers des parois du Vase. En un mot, toutes les fois que l'Espace total occupé par une certaine quantité de *Feu* libre, augmente ou diminue subitement ; ce qui arrive  
sans

sans doute dans bien des cas, sans que nous l'apercevions ; il en résulte nécessairement des changemens dans la *Chaleur* des Substances intéressées :

243. Voilà donc une Cause certaine de diminution de *Chaleur* quand l'*Eau* dissout le *Sel marin* ; Cause qui doit compenser à quelque degré, l'augmentation de *Chaleur* produite par le *Feu* libéré du *Sel*, dans cette dissolution où l'*Eau* dissolvante n'a pas besoin de *Feu latent*. Il auroit été intéressant, pour aider au calcul des quantités, de savoir quelle est celle dont le *Volume* des deux Ingrédients augmente par cette Cause ; j'ai tenté de le découvrir par l'Expérience, mais je n'ai rien pu obtenir de certain, à cause du *Fluide expansible* qui se dégage durant la dissolution. Car en recueillant même ce *Fluide*, on ne peut pas conclure immédiatement de son propre *Volume*, l'influence qu'il devoit avoir sur celui de l'*Eau* & du *Sel*. J'ai bien aperçu des routes indirectes par lesquelles on parviendroit peut-être à déterminer ce point ; mais probablement elles seroient longues & difficiles, & je n'ai pu m'y engager.

244. Cette émission d'un *Fluide expansible* quand les *Sels* se dissolvent dans l'*Eau*, est un

autre mystère, qui enveloppe peut-être une nouvelle Cause de diminution de la *Chaleur*. On verra dans la Section suivante, les raisons que j'ai de penser; que la production des *Fluides aëriiformes*, enlève plus de *Chaleur* aux Substances dans lesquelles ils prennent naissance, que tout autre changement qu'elles puissent subir. Or il s'échappe une assez grande quantité d'*Air*, quand l'*Eau* dissout du *Sel marin*: je crois même son émission essentielle au Phénomène; tellement, par exemple, que si l'on renfermoit l'*Eau* & le *Sel* dans un Vase, où il ne restât aucun espace, ni pour la libération de cet *Air*, ni pour la dilatation du Liquide, la dissolution n'auroit peut-être pas lieu: il me semble même qu'on l'a éprouvé. Ne s'emploie-t-il donc pas du *Feu* à la formation de cet *Air*? Si cela étoit, l'*Air* formé emporteroit aussi d'une manière *latente*, une partie du *Feu* que j'ai supposé se dégager du *Sel*, quand ses Particules *salines* se séparent de son *Eau de cristallisation* pour se réunir au Liquide total qui se forme. Il est vrai qu'il s'échappe aussi de l'*Air* quand ce *Sel* est dissout par la *Glace*; mais la *Glace* seule en fournit quand elle fond par la *Chaleur*: de sorte qu'à moins qu'on ne mesure ces quantités d'*Air* (ce que je n'ai pas fait), & qu'on ne trouve celle qui se dégage à la dissolution du



*Sel* par la *Glace*, beaucoup plus grande que celle que fournit la *Glace* seule en fondant, l'Hypothèse que je viens d'énoncer conserve toujours de la vraisemblance.

245. Je souhaite de m'être rendu intelligible dans la discussion que je termine ici ; parce que son objet est d'un genre qui se présentera souvent à ceux qui entreprendront d'analyser profondément tous les Phénomènes de la *Chaleur*. J'ai trouvé beaucoup de difficulté à rendre clairement, tant les idées qu'il renferme, que leurs liaisons entr'elles & avec des Principes déjà posés. Je n'y avois que peu de données certaines, & je voyois moi-même des difficultés dans les Hypothèses par lesquelles j'y suppléois : il s'agissoit donc de peser des Probabilités ; ce qui est toujours difficile, quand un certain nombre d'Idées doivent être présentes ensemble à l'Esprit. L'objet principal de cette discussion, étoit l'examen d'une Proposition générale que j'avois posée d'entrée, savoir ; “ que la *Liqui-*  
“ *dité* pouvoit n'être produite dans toute Sub-  
“ tance, que par une certaine union du *Feu*  
“ avec ses Particules.” L'objection à laquelle je devois répondre provenoit de certaines *liqué-*  
*factions* de la *Glace*, opérées par d'autres Causes extérieures que du *Feu* sensible, & où la quan-



rité de la Perte de *Chaleur* ne répond pas à ce qui a été déterminé sur celle du *Feu latent* de l'*Eau*. En examinant cette objection, j'ai fixé les objets sur lesquels il règne encore de l'obscurité, faute d'Expériences immédiates ; mais il ne s'en est trouvé aucun qui contredît la Proposition précédente ; & seulement elle doit être déterminée d'après l'ensemble actuel des Phénomènes ; je l'énoncerois donc ainsi. “Aucune  
 “ Substance *solide*, ni aucun assemblage de  
 “ Substances entre lesquelles il y en a de *solides*,  
 “ ne peut former un *Liquide*, sans qu'il ne s'y  
 “ joigne du *Feu* en combinaison chymique.  
 “ Quand la *Liquéfaction* est opérée par la sim-  
 “ ple addition d'un *Feu* étranger, la combinai-  
 “ son qui se fait de ce *Feu*, se manifeste par  
 “ une Perte proportionnelle dans la *Chaleur*.  
 “ Mais si la *Liquéfaction* est accompagnée d'au-  
 “ tres opérations chymiques ; il est possible que  
 “ le *Thermomètre* n'indique pas toute la quantité  
 “ de *Feu* qui s'y emploie ; parce que quelqu'une  
 “ des Substances intéressées, en changeant  
 “ d'état, peut fournir une partie de ce *Feu*.

246. Enfin, j'avois encore énoncé une Proposition plus générale que la précédente, savoir ;  
 “ qu'il n'est peut-être qu'un bien petit nombre  
 “ de Substances terrestres, dont la *Lumière* ne

“ fasse, ou immédiatement, ou par le *Feu*, une  
“ partie intégrante ;” & cette Proposition est  
encore appuyée par les détails où je suis entré,  
dans lesquels j’ai fait voir ; que les Phénomènes  
nous conduisent à admettre du *Feu latent* dans  
toutes les Classes de Substances.

## SECTION VI.

*Des Phénomènes de Chaleur qui procèdent des  
Fluides atmosphériques grossiers.*

247. J’AI fait mention vers la fin de la Section  
précédente, d’une des plus grandes sources de  
Phénomènes spontanés de *Chaleur* ; je veux dire,  
de la composition & décomposition des *Fluides  
atmosphériques* grossiers, auxquels j’assigne le *Feu*  
pour *Fluide différent* commun. J’avois même  
déjà supposé ce Méchanisme dans la Section IV  
de ce Chapitre, en y traitant de la *Combustion* ;  
parce que je ne pouvois montrer la quantité de  
*Feu* qui se dégage de certains *Solides* quand  
ils brûlent, sans distinguer la *Chaleur* qui en  
provient, de celle qui a sa Source dans l’*Air*.  
Je vais m’arrêter maintenant à cette dernière  
Source, pour faire voir plus directement ; que  
c’est par leur *destruction*, ou *formation*, & non

par des changemens de *Capacité*, que les *Fluides aëriiformes* se trouvent si fort intéressés dans la plupart des Phénomènes de *Chaleur*.

248. Les premiers Phénomènes qui m'ont conduit à cette opinion, sont ceux des *Vapeurs aqueuses*, à la formation, comme à la destruction desquelles, tout est simple & manifeste. Le Liquide qui s'évapore, perd une quantité sensible de sa *Chaleur*; & le *Feu* qui dispaçoit alors au *Thermomètre*, y reparoit quand les *Vapeurs* se décomposent. C'est donc dans les Phénomènes des *Vapeurs aqueuses*, que se trouvent les Rudimens de la Théorie des *Fluides expansibles* grossiers; & il ne s'agit plus que de démêler ce qui est propre à chacune de leur Classes, en analysant avec soin leurs Phénomènes. La Théorie particulière des *Vapeurs aqueuses* ayant fait le Sujet de la I<sup>re</sup> PARTIE de cet Ouvrage, je la supposerai dans celle des autres *Fluides atmosphériques*; mais il faut que j'y ajoute ici quelques déterminations & remarques, qui deviennent nécessaires à mon objet présent.

249. Le Dr. BLACK est encore le premier qui aît tenté de déterminer ce qu'il nomme la *Chaleur latente des Vapeurs*, & que je nommerai la quantité de *Feu latent* dans les *Vapeurs aqueu-*

*ses*. Il le fit d'abord synthétiquement ; en calculant , d'après la marche de l'échauffement d'une certaine masse d'*Eau* mise sur un feu réglé, quelle quantité de *Chaleur* elle devoit avoir reçue, en perdant une certaine partie de son poids, durant un certain tems, pendant lequel elle étoit restée à la *Chaleur fixe* de l'*Eau* bouillante. Il fit ensuite la même recherche par l'Analyse ; en observant la quantité de *Chaleur* communiquée à une certaine masse d'*Eau*, par une certaine quantité de *Vapeurs* qu'elle avoit décomposées. Ces premières Expériences, sans fournir une détermination bien précise, montrèrent du moins indubitablement, que les *Vapeurs* de l'*Eau* bouillante avoient une très-grande *Chaleur latente* ; & le Dr. BLACK s'y borna. Mais M. WATT, à qui ses Expériences furent communiquées par leur Inventeur, ayant bientôt songé à les rendre utiles à la puissante Machine où les *Vapeurs* de l'*Eau* bouillante jouent un si grand rôle, apporta le plus grand soin à cette détermination ; parce qu'il avoit déjà soupçonné, que ces Machines étoient bien loin de produire la quantité d'Effet dont leur Cause étoit capable ; & qu'il attribua dès-lors ce déficient, au manque de connoissances sur la nature de l'Agent mis en action.

250. Ce que j'appris, en arrivant dans ce Pays-ci, des grands Effets de la nouvelle *Machine à Vapeurs* construite par MM. WATT & BOULTON, ne put que m'intéresser vivement, puisque les *Vapeurs* faisoient depuis tant d'années l'objet de mon attention soutenue. J'eus ensuite le bonheur de me lier particulièrement avec M. WATT, qui eut la bonté de répéter avec moi ses Expériences fondamentales, & de me permettre d'en faire tout l'usage qui conviendrait à mes vues particulières. Mais dans le plan resserré de cet Ouvrage, je dois me contenter de rapporter ici, celle de ces Expériences qui m'aidera le plus directement à démontrer ; que la *Chaleur latente* des *Vapeurs* ne sauroit être expliquée, que par une union *chymique* des Particules du *Feu* & celles de l'*Eau* : ce que j'appliquerai ensuite aux Phénomènes *ignés* des *Fluides aëriiformes*.

251. Voici d'abord en quoi consiste l'Appareil. 1<sup>o</sup> Un Vase couvert, dans lequel doit bouillir l'*Eau*, & que je nommerai le *premier Vase*. 2<sup>o</sup>. Un Tube de métal, de 5 à 6 pieds de long, partant du haut de ce Vase, s'élevant obliquement, & se terminant en un Bec recourbé vers le bas. Ce Tube doit être long, pour que son Bec se trouve à une distance suffisante du

feu qui fait bouillir l'Eau. 3°. Un *second* Vase, qui contient de l'Eau à la Température du lieu, & qui doit recevoir le Bec du Tube à une certaine période de l'opération. Ce Vase & son *Eau* sont exactement pesés; il est couvert, pour que l'évaporation ne diminue pas la quantité de son Eau durant l'Expérience. 4° Un *petit* Vase placé au-dessous & vers le bas du Tube, en communication avec celui-ci. Ce Vase est destiné à recevoir l'Eau que les Vapeurs déposent dans le Tube, & qui y coule en rétrogradant vers le *premier* Vase. Il faut de plus, comme préparatif à l'Expérience, déterminer le rapport de la *Capacité* du *second* Vase avec l'*Eau*, pour réduire sa Substance propre à une augmentation déterminée dans la quantité de l'*Eau*. Enfin, il faut trouver par l'Expérience, quelle quantité de *Chaleur* ce *second* Vase & son Eau perdent dans un Temps donné, étant élevés au-dessus de la Température du lieu, d'une quantité moyenne entre cette Température & celle où ils arriveront probablement dans le cours de l'Expérience; quantité qui devra être ajoutée à celle où ils arriveront en effet, proportionnellement au Temps que durera l'Expérience. Voici maintenant sa Marche générale.



252. On fait bouillir l'*Eau* du *premier* Vase; & quand ses *Vapeurs* s'échappent avec abondance par le Bec du Tube, on le plonge dans l'*Eau* du *second* Vase, qui reçoit ainsi l'*Eau* & le *Feu latent* des *Vapeurs*. Pour déterminer exactement, par un Thermomètre, l'augmentation de *Chaleur* que reçoit cette *Eau*, on a un moyen de l'agiter lentement, afin que toute sa masse aît toujours un même degré de *Chaleur*. L'Expérience étant terminée, on pèse de nouveau le *second* Vase; après quoi, toute correction faite, le Produit de la *Chaleur* que ce Vase & son Eau ont acquise, par le Rapport de leur Masse primitive avec celle que les *Vapeurs* y ont ajoutée, donne la *Chaleur latente* de ces *Vapeurs*. Telle est la marche générale de l'Expérience, dont je donnerai bientôt le résultat; mais il faut auparavant que j'en suive les détails, pour montrer plus précisément en quoi consiste cette *Chaleur latente*.

253. Au commencement de l'opération; c'est-à-dire, lorsqu'on met le *premier* Vase sur le feu; le *second* Vase n'est pas joint encore à l'Appareil; parce que la lenteur des Effets principaux, donneroit trop d'influence aux Causes étrangères. Le premier effet de la *Chaleur* sur l'*Eau* destinée à bouillir, n'est que d'augmenter la quantité de

l'*Évaporation* à sa surface ; comme il arrive dans tous les cas où l'*Eau* devient plus *chaude* ; & dès ce commencement d'*Évaporation*, les *Vapeurs* formées se mêlant à l'*Air*, le déplacent à proportion de leur abondance. Ce n'est donc pas l'*Air* qui agit ici comme dissolvant de l'*Eau* ; je m'arrêteroïs à le démontrer par de plus grands détails sur cette période de l'*Expérience*, s'il pouvoit rester encore du doute sur la vraie Cause de toute *Évaporation*. L'*Air* donc est chassé de l'intérieur du Vase & du Tube, à mesure que les *Vapeurs* y deviennent plus abondantes ; mais il n'est totalement expulsé, que quand les *Vapeurs* sont devenues capables de supporter seules la pression de l'*Atmosphère* ; c'est-à-dire, lorsque l'*Eau* bout.

254. Dans aucune partie de cette augmentation graduelle de densité des *Vapeurs*, non plus que du tems où elles sont à leur plus haut période, elles ne se conservent en entier dans l'Espace qu'elles occupent ; parce que les Parois de cet Espace, transmettant sans cesse au-dehors une partie du *Feu* qu'elles reçoivent, ne peuvent rester au degré de *Chaleur* de l'*Eau* & de ses *Vapeurs*, qu'autant que celles-ci lui rendent sans cesse ce *Feu* perdu ; ce qui s'exécute par la décomposition des Particules de *Vapeur* qui

viennent à toucher ces Parois. C'est ici une Circonſtance eſſentielle à obſerver ; car c'eſt d'elle que réſulte la détermination de la Cauſe qui augmente, enſuite la *Chaleur* dans le *ſecond* Vaſe. Pour que les *Vapeurs* traversent cet Eſpace ſans ſe détruire, il faut toujours qu'il ſoit au même degré de *Chaleur* que l'*Eau* où elles prennent leur origine : ce ſont des *Vapeurs* ſans doute, qui produiſent ce degré de *Chaleur* : mais ce ne ſont pas les *Vapeurs* qui franchiſſent l'Eſpace ; ce ſont celles qui ſ'y détruiſent, & fournifſent ainſi leur *Feu latent*. On en a la preuve, par le *petit* Vaſe ; où ſe rasſemble l'*Eau* que produiſent ſans ceſſe ces *Vapeurs* par leur décomposition.

255. L'*Eau bout* dans le Vaſe, quelque tems avant qu'on apperçoive aucun *Brouillard* ſenſible à l'extrémité ſupérieure du Tube ; parce que la plus grande partie des *Vapeurs* produites, ſe condeuſe encore dans l'intérieur. L'*Eau* il eſt vrai ne peut *bouillir*, que lorsque ſa Surface eſt en contact avec un *Milieu* auſſi chaud qu'elle ; ainſi, lorsqu'elle *bout*, ſes *Vapeurs* ſe conſervent dans ce *Milieu*. Mais dans notre Expérience, leur conſervation n'a lieu d'abord, que dans l'eſpace qui ſe trouve entre l'*Eau* & le Couvercle du Vaſe ; ce qu'on reconnoît à la

Chaleur du Couvercle, qui est insupportable au doigt. Elles ont dès-lors un mouvement progressif dans le Tube ; mais il est d'abord lent, parce que leur décomposition est encore fort grande. Leur progrès en avant est sensible au doigt ; car la Chaleur du Tube est insupportable jusqu'au point précis où elles sont arrivées ; tandis qu'à demi-pouce au-delà, on n'éprouve encore qu'une Chaleur très-modérée : & quoique leur marche s'accélère dès qu'une fois elles sont un peu avant dans le Tube, on a le tems de remarquer ; qu'elles peuvent n'être plus qu'à quelques pouces de distance du Bec, sans qu'on l'apperçoive par la densité de celles qui se décomposent à l'extérieur. Mais à l'instant où la Chaleur insupportable atteint cette extrémité du Tube, il en sort un Torrent de *Vapeurs* ; ce qui se fait même avec bruit, parce que ce Torrent chasse devant lui les gouttelettes d'*Eau* qui s'étoient rassemblées dans la partie supérieure du Bec. Quand cette forte d'Explosion a cessé, & que les *Vapeurs*, sortant toujours rapidement, ne forment plus à l'extérieur du Tube qu'un Brouillard épais, on plonge son Bec dans l'*Eau* du *second* Vase.

256. Voyons maintenant d'où proviendra l'augmentation de *Chaleur* de cette *Eau*. Les

*Vapeurs* ne font point ici dans le cas d'une Substance qui, plongée dans l'*Eau*, partageroit avec celle-ci, fans changer d'état, son excès de *Chaleur* sur elle. L'Espace occupé par les *Vapeurs* avant la décomposition, n'a pas même une influence sensible dans cette augmentation de *Chaleur* ; comme il en auroit, par exemple, si une certaine quantité de *Vapeurs*, renfermées dans un Espace, en étoient chassées tout-à-coup par le rétrécissement de cet Espace : cas où le *Feu libre*, mêlé aux *Vapeurs*, éprouveroit la même Pression & les accompagneroit. Mais ici le *Feu* contenu dans l'Espace traversé par les *Vapeurs*, est livré uniquement à ses propres Loix. Ce *Feu* sert à la conservation des *Vapeurs* : dès qu'il n'est pas en quantité suffisante, la décomposition de quelque partie des *Vapeurs* en est la suite & y supplée ; & les Ingrédients des Particules détruites, le *Feu* & l'*Eau*, restent également dans l'Espace. Ainsi, toute la *Chaleur* que l'*Eau* du *second* Vase peut recevoir de l'Espace même où se meuvent les *Vapeurs*, n'est que celle qu'elle recevroit, si, par quelque cause qui ne l'affectât pas immédiatement, on maintenoit le Tube à la Chaleur de l'*Eau* bouillante. Or sûrement la quantité de *Chaleur* que recevroit une masse de plusieurs Livres d'*Eau* par l'extrémité d'un tel Tube, seroit



à-peine sensible. Mais quoi qu'il en soit, c'est cette quantité seule, qu'on peut soustraire de la quantité totale de *Chaleur* que reçoit cette masse d'*Eau*, pour avoir sans mélange, la vraie *Chaleur latente* des *Vapeurs*; soit celle qui est produite par le *Feu latent* qu'elles contiennent. Voyons à présent de quelle manière ce *Feu latent* se manifeste; c'est-à-dire, d'où procède la majeure partie de l'augmentation de *Chaleur* qu'éprouve cette *Eau* où les *Vapeurs* viennent se décomposer.

257. Une certaine portion des *Vapeurs* formées dans le *premier* Vase; savoir celle qui ne s'est pas décomposée en chemin, ou qui s'y est recomposée; arrive à l'*Eau*, Particule à Particule, comme y arriveroient des Particules impalpables de *Sel*; & elles s'y décomposent aussi, comme le feroient ces dernières, par le changement d'état de leurs Ingrédients. L'*Eau* d'abord s'unit à l'*Eau*: mais il y avoit plus que de l'*Eau* dans ces Particules; elles jouissoient auparavant d'une Faculté expansive, qu'elles ont perdue; elles tenoient cette Faculté du *Feu*, puisque l'*Eau* dont elles s'étoient détachées avoit perdu de la *Chaleur* par leur départ: elles ne cèdent donc à la nouvelle *Eau*, que ce qu'elles avoient enlevé à leur Source. Telle



est, ce me semble, la conséquence immédiate de cette suite de Faits. Par où l'on voit, que la Doctrine des *Capacités* ne fauroit y être appliquée ; car la *Capacité* des *Vapeurs*, qui ne peut être ici que celle de leur Substance même, est absolument nulle ; les Pores de leurs Particules étant trop petits pour contenir du *Feu*. Ainsi toute la *Chaleur* qui résulte de leur entrée dans l'*Eau*, vient uniquement du *Feu* qui en faisoit partie, & qui devient *libre* à leur décomposition. C'est du Phénomène igné des *Vapeurs aqueuses* ainsi analysées, que je passerai aux Phénomènes de même genre des *Fluides aëriiformes* ; après avoir indiqué le résultat final des Expériences de M. WATT, pour fixer les Idées sur la quantité de *Chaleur* qui peut être produite par la *décomposition* des *Fluides expansibles*.

258. Par un terme moyen entre nombre d'Expériences semblables à celle que j'ai décrite, le Phénomène de la *Chaleur latente* des *Vapeurs aqueuses* peut être exprimé de la manière suivante. “ Si la quantité de *Feu* qui  
 “ devient *latente* dans une certaine masse de  
 “ *Vapeurs* produites par l'*Eau* qui bout, le  
 “ Baromètre étant à 30 pouces anglois (28  $\frac{1}{8}$   
 “ de Fr.) ; devenoit *libre* dans une Substance  
 “ non-évaporable, de même *Capacité* & Pesan-  
 teur

“ teur spécifique que l’*Eau* ; elle élèveroit de  
“ 943° de *Fabr.* ( $419\frac{1}{5}$  des miens) la Tempé-  
“ rature d’une Masse de cette Substance égale  
“ à celle de l’*Eau* contenue dans ces *Vapeurs*.”  
Voilà donc une Source très-considérable de  
*Feu* ; & cependant elle est bien inférieure à  
celle que nous avons découverte par la décom-  
position artificielle de l’*Air déphlogistiqué* avec  
l’*Air inflammable*, dont la première, mainte-  
nant déterminée, va nous fournir une idée com-  
parative.

259. L’Expérience d’où je partirai est bien connue aujourd’hui ; c’est celle où l’on allume, par l’Étincelle électrique, un mélange des deux *Airs*, séparés de l’Air extérieur par une Colonne de Mercure. La forme que prennent instantanément les Substances sensiblement pesantes des deux *Airs*, est celle d’une *Vapeur*, douée d’une telle expansibilité qu’elle repousse fortement le Mercure. Cette *Vapeur*, qui contient en *Eau* toute la masse sensible des *Airs*, a tout le *Feu latent* dont je viens d’indiquer la quantité dans celle de l’Eau bouillante : car elle est absolument dans le même état ; puisqu’elle repousse seule le Mercure sous la pression de l’*Air* ; & qu’en général, c’est elle qui produit l’*Explosion*, dans tous les cas où celle-ci a lieu par la

combustion de l'*Air inflammable*. Et cependant, cette *Vapeur* si expansive est bien loin de contenir tout le *Feu* libéré au moment où elle se forme ; car il s'en échappe de toute part, & avec une telle abondance, qu'il se décompose en partie ; comme on le voit par la *Lumière* qui s'échappe.

260. La décomposition qui se fait de l'*Air déphlogistiqué* dans certaines Combustions (par exemple, dans la Lampe d'*air inflammable* (§ 200), ou dans celle de M. ARGAND, qui revient au même) est très-analogue à celle des *Vapeurs aqueuses* décrite ci-dessus ; & elle montre plus immédiatement encore, la grande abondance du *Feu latent* contenu dans les deux *Airs*. Il s'établit un Courant d'*Air atmosphérique* le long de la Flamme de ces Lampes, par la diminution de pesanteur spécifique de la portion de la colonne qui est au-dessus d'elle ; & alors toutes les Particules d'*Air déphlogistiqué* qui viennent en contact avec l'*Air inflammable* dans son état de *Chaleur brûlante* (soit mêlé d'une grande quantité de *Feu libre*) se décomposent avec des Particules de ce dernier *Air* ; la *Vapeur aqueuse* qui se forme de leur Substance purement *grave* & d'une quantité suffisante de *Feu latent*, s'élève bientôt, se décompose soudainement, & se recompose dans un état plus rare ;

& le *Feu* surabondant, après avoir *brillé* dans le lieu même d'où il s'élance, manifeste sa quantité, par la *Chaleur* qui se répand aux environs.

261. Tel est le Fait fondamental d'après lequel je conjecture, que tout *Fluide aërisforme* a le *Feu* pour *Fluide déférent*. Tous ces *Fluides* ont les mêmes propriétés mécaniques, à la différence près de leur Pesanteur spécifique ; ce qui indique la même espèce de Mouvement, & fait présumer la même cause motrice immédiate. Plus le *Feu* se trouve chargé d'autres Substances, plus son Mouvement propre doit être ralenti ; ce qui suffit pour expliquer les différences de pesanteur spécifique de ces Fluides : & quant à leurs différences chymiques, elles proviennent de celles des *Affinités* propres des diverses Substances qui les composent avec le *Feu*. Une plus grande attention aux Phénomènes chymiques, & quelques circonstances heureuses, ayant reformé notre Logique sur la liaison des Effets aux Causes, nous ont enlevé par-là beaucoup de Connoissances prétendues ; & chaque jour nous découvrons, combien de Circonstances de ces Phénomènes, inconnues à nos prédécesseurs, manquent encore d'explication. La plupart de ces circonstances se lient, ou peuvent se rapporter, à la production ou décompo-

sition de *Fluides expansibles* ; & presque toujours alors, il y a quelque variation dans la *Chaleur*. N'est-ce donc pas là une nouvelle raison de penser ; que le *Feu* se trouve intéressé dans tout ce qui concerne la naissance ou la destruction de ces *Fluides* ?

262. Il peut se faire des décompositions de Substances qui contenoient du *Feu*, sans que pour cela on observe une augmentation sensible dans la *Chaleur* ; & d'un autre côté il peut se former de nouvelles Substances où le *Feu* entre comme ingrédient, sans que la *Chaleur* diminue d'une manière qui attire l'attention. Ces cas sont ceux, où les deux Modifications contraires s'opèrent simultanément : cas très-communs dans les opérations chymiques, où presque toujours, les décompositions sont opérées par des *Affinités* qui produisent de nouvelles Compositions. Cependant comme il n'est guère présumable, qu'il se fasse une compensation absolue entre les effets opposés de ces changemens dans la quantité du *Feu* libre, les moindres Phénomènes de *Chaleur* qui se manifestent dans les Substances intéressées à ces opérations, deviennent très-importans ; puisqu'ils peuvent n'être que la quantité dont un certain changement dans la *Chaleur* surpasse le changement con-

traire. C'est principalement pour établir cette possibilité, que j'ai analysé les Phénomènes des *Refroidissemens artificiels* ; où les changemens observés dans la *Chaleur*, doivent nécessairement être les résultats de plusieurs Causes qui tendent en sens contraire à la changer. Ainsi le Chymiste doit toujours marcher le *Thermomètre*, comme la Balance, à la main. Et de même que la Mesure des *Poids* ne sauroit être trop délicate, pour appercevoir l'accession ou le départ des Substances subtiles ; de même la Mesure de la *Chaleur* ne sauroit être trop sensible ni trop exacte, pour indiquer les Modifications qu'éprouve le *Feu*.

263. Malheureusement, les petits changemens de *Chaleur* qui arrivent dans les assemblages de Substances où les *Affinités* produisent des compositions & décompositions, sont bientôt effacés par les Vases & les autres Substances voisines : & de plus, on est souvent obligé d'aider ces opérations, par un *Feu* étranger dont la quantité n'est pas connue ; ce qui empêche, dans un grand nombre de cas, qu'on ne puisse suivre le *Feu* comme à la piste, & découvrir toutes ses métamorphoses. Cette considération m'a fait prendre le plus grand intérêt à l'Appareil de MM. LAVOISIER & DE LA



PLACE, & defirer beaucoup qu'il foit pris en confidération par les Chymiftes ; afin que l'habitude de l'employer en rende l'ufage facile, & que l'Expérience conduife à remplir toujours mieux les vues bien importantes de fes Inventeurs. Car avec un tel Appareil ; après avoir déterminé, par des Expériences préliminaires, la quantité du *Feu* produit par une certaine Source ; on employeroit celle-ci à échauffer les Subftances qui ont befoin de *Feu* étranger pour fubir certains changemens ; & la quantité de *Glace* fondue durant l'opération conduiroit à connoître, quelle quantité de *Feu* ces Subftances ont, ou abforbée, ou fournie au contraire elles-mêmes.

264. J'ai raffemblé dans ce CHAPITRE fous des points de vue généraux, tout ce que mes Observations & Expériences m'ont fait naître d'Idées, fur la Nature du Feu fes Effets & fes Modifications. Il ne manque à cet expofé ; comparativement à l'Ouvrage que j'allois publier avant de fonger à celui-ci ; que des examens plus approfondis d'autres Syftêmes, des détails d'Expérience, & des extensions de conféquences : ainfi j'efpère que cette première publication fera fuffifante, pour faire naître des Idées chez quelques Obfervateurs. Elle aura

même un avantage qui compenſera ces différences. Car il n'entroit pas dans mon premier plan, d'y traiter de l'*Électricité* ; parce que je voulois en faire un Ouvrage à part. Cependant rien n'eſt plus lié, par analogie, & même par entrelacement de Cauſes, que les Phénomènes *électriques*, avec tous ceux dont j'ai traité juſqu'ici ; & le plan abrégé que j'ai formé pour cet Ouvrage, pouvant s'étendre à l'expoſition des principaux Phénomènes qui établiffent cette liaiſon, m'a engagé à l'entreprendre dès-à-préſent.



## C H A P. III.

## DU FLUIDE ÉLECTRIQUE.

## SECTION I.

*Des Analogies & Différences du Fluide électrique  
avec les Vapeurs aqueuses.*

265. J'AI rangé le *Feu* dans la Classe des *Vapeurs*, à cause de l'*union foible* de son *Fluide déférent* (la *Lumière*) avec sa Substance purement *grave* (la *Matière du Feu*); espèce d'*union* d'où résultent les Phénomènes généraux de cette Classe, & en particulier ceux du *Feu*. Mais on ne peut suivre ces derniers Phénomènes, sans une grande attention & une analyse critique des circonstances qui les accompagnent; ce qui pourroit faire naître des doutes sur mon Système, si le *Fluide électrique*, dont toutes les Modifications sont indiquées par des Phénomènes distincts & saillans, ne nous mettoit en main un Fil pour nous conduire dans ce Labyrinthe des Phénomènes du *Feu*. Ce fut l'im-

pression que je reçus à cet égard dès l'instant où je faisis la Théorie de M. VOLTA sur les *Influences électriques*, qui me ramena aux Expériences de ce dernier genre. Je vais indiquer les conséquences que j'en ai tirées jusqu'ici, en commençant d'abord par énoncer les *Analogies & Différences du Fluide électrique* avec les *Vapeurs aqueuses* ; & montrant ensuite leurs Effets dans les Phénomènes de ce *Fluide*.

266. *Prem. Anal.* Comme les *Vapeurs aqueuses* sont composées d'un *Fluide déférent* (le *Feu*) & d'une Substance purement *grave* (l'*Eau*) ; de même le *Fluide électrique* est composé, d'un *Fluide déférent*, que je nommerai le *Fluide déférent électrique* ; & d'une Substance purement *grave*, qui fera la *Matière électrique*. Je ne m'arrête plus à justifier la supposition de Substances, dont l'existence ne peut être immédiatement prouvée en les rendant perceptibles par elles-mêmes, c'est-à-dire, comme existant isolées ; ayant traité dans la I<sup>re</sup> Section du Chapitre précédent, l'objet général des Substances qui ne se manifestent que par leurs Phénomènes.

267. *Sec. Anal.* Comme les *Vapeurs aqueuses* se décomposent en partie, lorsqu'elles arrivent à une trop grande densité ; & qu'alors leur *Fluide déférent* (le *Feu*) se manifeste : de même,

quand le *Fluide électrique* arrive à une trop grande densité, il se décompose en partie, & son *Fluide déférent* se manifeste. J'expliquerai dans la suite, comment les Phénomènes *phosphoriques & ignés* du *Fluide électrique*, dépendent de cette circonstance.

268. *Trois. Anal.* Comme le *Feu*, *Fluide déférent* des *Vapeurs aqueuses*, abandonne l'*Eau* à laquelle il se trouve uni dans ces *Vapeurs*, dès que quelque Corps moins *chaud* qu'elles vient dans leur voisinage : de même, mais avec bien plus de rapidité, le *Fluide déférent électrique* possédé par un Corps, quitte en partie la *Matière électrique* à laquelle il se trouve uni, pour se porter vers un Corps qui en a proportionnellement moins, suivant certaines Loix.

269. *Quatr. Anal.* Comme le *Feu* des *Vapeurs aqueuses*, traverse tous les Corps pour rétablir l'équilibre de *Température* qui fait l'objet de l'*Analogie* précédente ; déposant l'*Eau* à la surface des Corps qu'il pénètre : de même, mais instantanément, le *Fluide déférent électrique* traverse tous les Corps pour rétablir l'équilibre qui le concerne ; déposant aussi la *Matière électrique* sur le Corps qu'il a traversé ; mais différemment, suivant la nature des Substances.

270. *Cinq. Anal.* Comme le *Feu* & l'*Eau* qui composent les *Vapeurs aqueuses*, quoique privés dans cet état de l'exercice de leurs Facultés distinctives, continuent néanmoins à jouir de leurs Tendances & Affinités propres, par lesquelles s'opèrent les Phénomènes *hygroscopiques* : de même les Ingrédients du *Fluide électrique*, malgré leur union, jouissent de leurs Tendances & Affinités propres ; d'où résultent la plupart des Phénomènes *électriques*.

271. *Six. Anal.* La *Matière électrique* en particulier, conserve donc ses Affinités propres dans son *Fluide*, comme l'*Eau* conserve les siennes dans les *Vapeurs* ; mais ces deux Substances ont de plus une autre Analogie très-remarquable, Comme les *Affinités* de l'*Eau*, qui produisent les Phénomènes *hygroscopiques*, s'exercent sans choix ; de même les *Affinités* de la *Matière électrique* avec les autres Substances, s'exercent aussi sans choix.

272. *Sept. Anal.* Quand le *Feu* abandonne une masse de *Vapeurs aqueuses* pour rétablir l'équilibre de *Température*, il en reste néanmoins davantage dans le lieu où il y a le plus de ces *Vapeurs* ; mais une portion de ce *Fluide* est *latente* ; c'est-à-dire, qu'elle n'exerce pas ses Fa-



cultés distinctives : de même, quand l'équilibre de *Fluide déférent électrique* est établi entre les Corps voisins ; ceux qui ont proportionnellement plus de *Matière électrique*, contiennent le plus de ce *Fluide déférent* ; mais cet excès aussi est *latent* dans le *Fluide électrique*.

273. *Huit. Anal.* Enfin, comme deux masses de *Vapeurs aqueuses* peuvent être en équilibre de *Force expansive*, quoique l'une contienne moins d'*Eau* que l'autre (proportionnellement à son Volume) ; pourvu qu'en même tems elle contienne plus de *Feu* : de même deux masses de *Fluide électrique* peuvent être en équilibre de *Force expansive*, quoique l'une aît une moindre quantité proportionnelle de *Matière électrique* ; pourvu qu'en même tems sa quantité de *Fluide déférent* soit plus grande.

Telles sont les *Analogies* entre le *Fluide électrique* & les *Vapeurs aqueuses* ; je passe maintenant à leurs *Différences*.

274. *Prem. Différ.* Celle-ci concerne la *trois. Analogie*, & la modifie essentiellement. Quand le *Feu* quitte l'*Eau* des *Vapeurs aqueuses* pour rétablir l'équilibre de *Température*, il n'obéit qu'à sa Tendance à l'expansion ; de sorte qu'il

reste libre, & s'étend jusqu'à ce qu'il soit en équilibre. Mais quand le *Fluide déferent électrique* quitte la *Matière électrique*, pour rétablir l'espèce d'équilibre qui le concerne; il est déterminé à ce Mouvement, par sa *Tendance* vers toutes les Substances, & parce que dans ce moment, il y en a quelqu'une dans le Voisinage qui en possède proportionnellement moins que celle dont il se fépare.

275. *Sec. Différ.* Celle-ci regarde la *six. Analogie*, soit l'*Affinité* sans choix qu'exercent l'*Eau* & la *Matière électrique*. Mais il y a encore ici des différences très-caractéristiques. Et d'abord cette *Affinité* de l'*Eau*, n'a de rapport qu'aux Substances *hygroscopiques*: au lieu que l'*Affinité* analogue de la *Matière électrique*, regarde toutes les Substances sensibles, & par conséquent aussi les Fluides atmosphériques grossiers.

276. *Trois. Différ.* Et de plus; l'*Affinité* de l'*Eau* avec les Substances *hygroscopiques*, ne s'exerce qu'au contact: il y a même lieu de douter, si, entre les Substances qui se partagent l'*Eau* répandue dans un espace, quelques-unes ne la *sucent* point, pour ainsi dire, par un effet semblable à celui des *Tuyaux capillaires*; sans qu'il y aît d'*Affinité chymique* proprement dite:

quoiqu'elles exercent par ce moyen la même influence hygroscopique que celles qui agissent par *Affinité* réelle, toujours aussi au *contact*. Mais la *Tendance* analogue de la *Matière électrique* avec tous les Corps, s'exerce à *distance*; & seulement à des distances très-différentes suivant la nature des Corps.

277. Ces *Différences* générales, sont les seules qui distinguent le *Fluide électrique* d'avec les *Vapeurs aqueuses*; & cependant elles sont telles, par leurs Effets, que les *Analogies* n'avoient pas même été apperçues jusqu'ici. J'établirai ces Propriétés du *Fluide électrique*, en parcourant ses Phénomènes, que je rangerai dans les Classes suivantes: 1°. La distinction des Substances en *conductrices* & *non-conductrices*. 2°. L'*Excitation*. 3°. Les Phénomènes de la *Bouteille de Leyde*. 4°. Les *Influences électriques*. 5°. Les *Mouvements électriques*. 6°. Les *Figures* tracées par la Poussière sur les Corps électrisés. 7°. Les différences de Faculté *conductrice* des différens *Vuides*. 8°. Les Phénomènes *phosphoriques* & *ignés* produits quelquefois par le *Fluide électrique*. En parcourant ce champ, je décrirai quelques Appareils nécessaires à l'Analyse des Phénomènes électriques.

## SECTION II.

*Des Substances conductrices & non-conductrices ; de l'Excitation ; & des Propriétés distinctives de la Matière électrique & de son Fluide déférent.*

278. **D**E la Propriété assignée ci-dessus à la *Matière électrique*, savoir ; de tendre à distance vers tous les Corps, mais à de grandes différences de *distance* suivant leur nature ; naît immédiatement la différence des Substances *conductrices & non-conductrices* du *Fluide électrique* ; différences d'où résultent de grands Phénomènes, indépendamment des Propriétés *non-isolante* ou *isolante*, qui distinguent le plus sensiblement les deux classes de Substances. La *Matière électrique* tend en général à une assez grande distance vers les Substances *conductrices* ; mais arrivée auprès d'elle, elle n'y adhère pas, & reste libre de se mouvoir autour de ces Substances, entraînée par son *Fluide déférent*. Elle ne tend au contraire en général qu'à une très-petite distance vers les Substances *non conductrices* ; mais arrivée au contact, elle y adhère & ne peut être entraînée par son *Fluide déférent*.

279. Telle est donc proprement l'essence de la Faculté *isolante* des Substances *non-conductrices*, & leur différence d'avec les Substances *conductrices*; de sorte qu'il n'y avoit rien de réel dans cette distinction imaginée, de Substances *électriques par elles-mêmes* & *électriques par communication*. Le *Fluide électrique* existe, par des Causes qui n'ont aucun rapport avec ces Substances. Mais quand il se porte, de quelle manière que ce soit, auprès d'un Corps *non-conducteur*, & qu'il arrive au contact d'un de ses points; ce point en reçoit autant qu'il peut en recevoir de la source qui en fournit; mais il n'en communique pas, ou n'en communique qu'avec beaucoup de lenteur, aux parties voisines. C'est par-là que les Substances *non-conductrices* ne permettent que des changemens lents dans les Corps *conducteurs* qui ont été tirés de l'état *électrique* commun aux Substances voisines, soit en y accumulant du *Fluide électrique*, soit en leur enlevant une partie de celui qu'ils avoient en commun avec ces Substances. C'est par-là aussi, que lorsqu'on veut communiquer du *Fluide électrique* à une surface *non-conductrice*; il faut, ou faire communiquer sa Source à tous les points de cette surface, ou plus simplement, la couvrir d'une lame *conductrice*,



*trice*, qui y transmette le *Fluide électrique* par-tout à la fois. Cette lame, qu'on peut appeller *Armure*, est nécessaire par la même Cause, pour enlever tout à la fois une certaine quantité de *Fluide électrique* d'une Surface *non-conductrice*.

280. De cette Propriété des Substances *non-conductrices*, d'engourdir pour ainsi dire le *Fluide électrique* au lieu même où il arrive, résulte encore ; 1°. qu'il peut, en certains cas, s'accumuler beaucoup sur l'une des faces d'une lame *non-conductrice* ; 2°. qu'il y demeure très-long-tems, si l'Air environnant n'est pas mêlé de Vapeurs aqueuses ; 3°. enfin, que lorsqu'il est déterminé tout-à-coup à quitter cette surface, toujours couverte de son *Armure*, son Courant est de beaucoup plus dense qu'il ne sauroit l'être dans aucun cas, en partant d'une égale surface de Substance *conductrice*.

281. De la Propriété opposée des *Conducteurs* ; savoir, de ne point fixer le *Fluide électrique* ; résulte une circulation continuelle de ce *Fluide* autour d'eux. En général, si le *Fluide électrique* n'avoit point de tendance vers les Corps, nous ne l'appercevriens pas, & même peut-être n'appartiendrait-il à notre Globe qu'à l'instant de sa formation. Car son Mouvement



propre est sensiblement en ligne droite, & sa vitesse est si grande, que nous n'avons pu encore la déterminer ; de sorte que probablement il fuirait la Terre dès qu'il serait formé ; à moins que par la rapidité même du Mouvement qu'il aurait alors, il ne se décomposât, & ne laissât échapper ainsi la *Lumière*, qui est sa première base & son *Vehicule*, comme elle l'est de tous les autres *Fluides atmosphériques*. Mais il est constamment asservi à toutes les Substances de notre Globe, y compris les *Fluides atmosphériques* grossiers. A l'égard des *Conducteurs*, vers lesquels sa Tendance n'augmente que dans une progression peu croissante à mesure qu'il s'en approche, leur plus grand effet sur lui est de le retenir jusqu'à un certain point. Il y obéit donc aux deux Causes de ses Mouvements ; la première qui l'entraînerait en ligne droite, la dernière qui le retient auprès de ces Corps ; & de la combinaison de ces deux Mouvements, résulte une sorte de *circulation* de ce *Fluide* autour des *Conducteurs*, par des Causes analogues à celles qui retiennent les Planètes dans leurs Orbites. Son séjour sur les Conducteurs, ou sa fuite, dépendent donc du rapport de son degré de *Vitesse*, avec les Courbures autour desquelles sa route doit être fléchie. Si ces Courbures sont trop brusques, il s'échappe par

la Tangente ; si elles ne le font pas, il les suit, comme le font en pareil cas les Liquides ; avec cette différence seulement, que ceux-ci, obéissant à une impulsion toujours dirigée vers le Centre de la Terre, sont bientôt contraints à lui céder ; au lieu que les Particules du *Fluide électrique*, n'ayant d'autre détermination sensible de leur direction, que celle qui résulte de la position actuelle de leur *Axe*, continuent à se mouvoir dans cette direction, dès que leur route a été fléchie vers le *Conducteur* qui les possède. De sorte que, par cette Cause, jointe à sa Tendance à grande distance vers les *Conducteurs*, qui distingue encore ici le *Fluide électrique* des Liquides ; il suit en tout sens leurs contours, lorsqu'ils ne sont pas trop brusques.

282. Plus le *Fluide électrique* est accumulé auprès d'un *Conducteur*, moins les Courbures de celui-ci doivent être sensibles pour qu'il y reste en totalité : car son Courant ayant alors quelque épaisseur, les Particules les plus éloignées ont moins de tendance vers le Corps ; par où elles s'en éloignent plus aisément aux points où leur route devroit être fléchie, pour suivre leur direction naturelle. Quelquefois il part brusquement en forme d'Éclair des Conducteurs surchargés ;

mais le plus souvent il s'échappe en *Aigrettes*, composées de Filets qui se font entrechoqués au point commun de départ. Durant cet instant de liberté, il se meut en ligne droite ; à moins que quelque Corps *conduiteur* ne soit dans le voisinage, vers lequel il tend alors dès qu'il en est devenu assez voisin ; ce qui fait converger les *Aigrettes*. Mais soit qu'il tende vers quelque Corps sensible, ou qu'il se mêle à l'*Air*, il reste bien peu de tems en liberté ; car bientôt il redevient Satellite de quelque autre Corps, & en particulier des Fluides atmosphériques.

283. C'est ainsi que toutes les Substances de notre Globe ont d'ordinaire leur *portion* du *Fluide électrique* actuellement existant, qu'elles possèdent chacune suivant sa nature ; c'est-à-dire, que ce *Fluide* circule entre les Substances *conductrices*, & qu'il reste comme engourdi sur les Substances non-conductrices. Mais malgré cette différence dans son état, il y a équilibre entre toutes les Substances à son égard, bien plus généralement & plus complètement qu'à l'égard de l'*Humidité*. Ces deux équilibres cependant sont de même genre ; c'est-à-dire d'abord, qu'ils consistent, en ce qu'aucune des Substances ne tend à enlever la *portion* d'un autre ; & de plus, en ce que les Substances

*non-conductrices* reçoivent par l'*Air* leur portion du *Fluide électrique*, comme les Substances *hygroscopiques* reçoivent leur portion de l'*Eau* locale par le *Feu* (§ 27). Les Particules de l'*Air* qui viennent au contact des Corps, enlèvent du *Fluide électrique* à ceux qui peuvent leur en céder, & en cèdent à ceux qui peuvent leur en prendre ; jusqu'à ce que l'équilibre soit établi entre l'*Air* & les Substances qu'il environne. Quant à la quantité *absolue* du *Fluide électrique*, nous ne la connoissons pas mieux que celle du *Feu* ; & de plus elle n'a aucun de ces *Points fixes*, que nous avons dans les degrés de Force expansive du *Feu*. Nous connoissons seulement, le point où toutes les Substances d'un lieu ont une quantité proportionnelle de *Fluide électrique* ; ce qui est leur état ordinaire : mais la quantité absolue qui leur est distribuée, peut varier, sans que nous l'apercevions (du moins jusqu'ici) par aucun signe certain.

284. Aussi long-tems donc que le *Fluide électrique* est également distribué entre les Substances sensibles, nous ne l'apercevons lui-même à aucun Signe ; & c'est ce Signe négatif qui nous indique l'égale distribution. C'est donc là un Exemple frappant, de notre inca-

pacité de connoître l'existence de certaines Substances, autrement que par leurs Effets reconnus. Les seuls Phénomènes que nous connoissions jusqu'ici comme dépendans sûrement du *Fluide électrique*, n'ont lieu que par une rupture d'Équilibre, produite quelquefois par des Causes naturelles, mais que nous pouvons aussi produire artificiellement. Quelques Physiciens ont nommé *Excitation*, les moyens par lesquels nous accumulons du *Fluide électrique* sur des Conducteurs isolés, & dont le principal est la *Machine électrique*. Tous ces procédés ont ceci de commun ; qu'il y a Frottement de deux Substances, dont une au moins se trouve ensuite avoir acquis, ou perdu, du *Fluide électrique* ; & que si aucune des deux n'a eu communication avec le *Sol*, source inépuisable de ce *Fluide*, il n'arrive jamais que l'une en ait acquis, sans que l'autre n'en ait perdu. On y remarque aussi de deux choses l'une ; ou que les Substances intéressées ont différentes facultés conductrices ; ou que de deux Substances également *non-conductrices*, l'une a été fortement frottée sur un point, par l'autre qui y passoit rapidement. D'où je suis porté à conclure ; que l'effet général du Frottement, est d'agiter le *Fluide électrique* ; & que dans un instant d'indétermination, l'une des Substances en retient plus que



l'autre ; soit parce que le *Fluide électrique* s'y porte à une distance un peu plus grande ; soit parce qu'elle le transmet plus promptement à ses parties éloignées ; soit enfin, parce qu'elle entraîne en fuyant, le *Fluide* qu'elle a été plus prête à saisir. Si dans ce dernier cas cette Substance rencontre un Corps *conducateur*, elle lui transmet bientôt sa surcharge ; & si l'autre Substance est en communication avec le Sol, elle répare bientôt sa perte ; de sorte que la même opération se répète quand la première Substance vient la frotter de nouveau. C'est-là le cas de la *Machine électrique*, notre principal moyen de rompre l'Équilibre *électrique* entre un *Conducateur isolé* & le *Sol* ou l'*Air ambiant*. Je nommerai dans la suite *Électrification*, cette rupture d'équilibre ; de sorte qu'*électrifier* un Corps, fera le tirer, dans l'un ou l'autre sens, de l'état *électrique* des Corps voisins.

285. Ces différences dans la distance à laquelle le *Fluide électrique* tend vers différentes Substances, procèdent d'un seul de ses Ingrédients, savoir la *Matière électrique* ; car son *Fluide déférent* fuit de tout autres Loix, dont les principales sont celles-ci. 1°. Il tend de plus loin vers toutes les Substances, que la *Matière électrique* ne tend vers aucune. 2°. Sa Ten-



dance, comme celle de la *Matière électrique*, est toujours, du Corps qui en a le plus à ceux qui en ont le moins. 3°. Toutes choses d'ailleurs égales, le Corps qui a le plus de *Fluide électrique*, a le plus de *Fluide déférent*. 4°. La Tendence de ce dernier vers d'autres Corps, comme celle de la *Matière électrique*, diminue, à mesure que ceux-ci sont plus éloignés. 5°. Ce *Fluide* a une Affinité particulière avec la *Matière électrique*, & c'est par leur union que se forme le *Fluide électrique*; mais cette union est très-foible; de sorte que le *Fluide électrique*, plus encore que les *Vapeurs aqueuses* (§ 11), est dans un état perpétuel de décomposition & recomposition. 6°. Enfin, & par une conséquence de la Loi précédente, une même quantité de *Matière électrique* appartenant à un même Corps, a plus ou moins de Force expansive en tant que *Fluide électrique*, lorsqu'elle est jointe à plus de *Fluide déférent*; ce dont j'ai montré la Cause dans les modifications semblables des *Vapeurs aqueuses*.

Telles sont les *Loix* générales, tant de la *Matière électrique* & de son *Fluide déférent*, que du *Fluide électrique* produit par leur réunion: j'aurai occasion de les développer plus particulièrement, en les faisant appercevoir dans d'autres Phénomènes.

## SECTION III.

*Des Phénomènes de la Bouteille de Leyde, ou du Tableau magique.*

286. C'EST dans le Phénomène général des *Influences électriques*, que se montre le plus évidemment l'Analogie du *Fluide électrique* avec les *Vapeurs aqueuses*, soit sa nature de *Vapeur*. J'ai dit ci-devant, que je devois à la Théorie de M. VOLTA d'avoir apperçu cette Analogie; mais je vais indiquer ici, celle de ses Loix qui me l'a fait appercevoir. On avoit découvert depuis long-tems l'*Influence* qu'ont les Corps *électrisés* sur les Corps voisins, & même on en avoit assez bien déterminé les Loix. Mais cette découverte avoit peu avancé la Théorie générale des Phénomènes électriques; parce qu'on n'avoit pas apperçu une autre circonstance, qui, observée par M. VOLTA, lia bientôt à ses yeux dans une même Théorie, un grand nombre de Phénomènes qui jusqu'alors n'étoit liés à rien. Cette circonstance, à laquelle aussi je reconnus tout-à-coup une des Allures des *Vapeurs aqueuses*, est celle des Modifications qu'éprouve lui-même le Corps *électrisé*, lorsqu'il modifie l'état *électrique* des Corps voisins.

Ainsi, par exemple ; quand un Corps électrisé *positivement*, a réduit à l'état *négalif* un Corps voisin qui étoit en communication avec le Sol ; l'état *positif* du premier se trouve *affoibli*, & il reste dans cet état, aussi long-tems que l'autre Corps demeure dans son voisinage ; mais il revient dans son premier état, dès qu'on éloigne ce Corps. Telle est la *Loi* distinctive de la Théorie de M. VOLTA ; sous laquelle se rangent par-là tous les Phénomènes des *Influences électriques* ; à commencer par ceux de la *Bouteille de Leyde*, qui n'étoient auparavant si obscurs, que parce qu'on ne les avoit point encore rapportés à leur vraie Cause : & c'est sous la même Théorie que se rangent les Phénomènes de ces Appareils, dûs aussi à M. VOLTA, l'*Electrophore*, le *Condensateur* & le *Conservateur d'Electricité*.

287. Mon Systême sur la nature du *Fluide électrique*, explique les Loix de la Théorie de M. VOLTA ; & par conséquent il explique comme elle, tous les Phénomènes qu'elle embrasse ; mais il s'étend plus loin qu'elles, comme les Loix plus générales embrassent plus de Phénomènes. Cette Section & les suivantes sont destinées à le montrer ; & je commencerai ici, par l'explication des Phénomènes de la *Bouteille*

*de Leyde*. Mais comme ceux du *Tableau Magique* sont absolument les mêmes ; & que cet Appareil est beaucoup plus propre que la *Bouteille* à les analyser ; c'est aussi celui que j'ai employé dans la plupart de mes Expériences, & auquel je rapporterai mes explications, en représentant d'abord la *Charge* du *Tableau*, par des Modifications analogues des *Vapeurs aqueuses*.

288. Je suppose une *Lame* de *Verre*, à la Température des corps environnans, & tapissée d'*Eau* des deux côtés. Je suppose de plus, que des *Vapeurs aqueuses*, plus chaudes que cette *Lame*, se portent à une de ses Faces, que je nommerai *A*. A mesure que ces *Vapeurs* arrivent au contact de la *Lame*, il s'en décompose une partie ; le *Feu latent* libéré, se répand dans toute la *Lame*, & l'*Eau* abandonnée se joint à celle dont la Face *A* étoit déjà tapissée. Le nouveau *Feu* qui arrive à l'autre Face, *B*, y produit l'effet contraire à l'égard de la quantité d'*Eau* ; car il augmente l'Evaporation sur cette Face ; ce qui y diminue cette quantité. Une plus grande Evaporation sur cette Face *B*, emploie le *Feu* qui lui étoit arrivé de la Face *A* ; & alors celle-ci partage de nouveau avec elle son excédent : par où elle condense une nouvelle quantité de *Vapeurs*. Ces changemens opposés,

à l'égard de la quantité d'*Eau* sur les deux Faces, vont en s'agrandissant, jusqu'à ce que la *Lame* aît acquis la Température des *Vapeurs aqueuses*. Mais à ce point, ces *Vapeurs* cessent de se condenser sur la Face *A*: par où leur mouvement progressif vers elle cesse, & l'inégalité de distribution de l'*Eau* aux deux Faces est arrivée à son *Maximum*. En cet état, comme la Face *B* est un peu plus éloignée que la Face *A* de la Source de *Chaleur*, elle est un peu moins chaude, & ses *Vapeurs* ont aussi un peu moins de Force expansive que celles qui arrivent à la Face *A*.

289. Tout se passe de même dans la Charge du *Tableau magique*. Les *Vapeurs aqueuses* étrangères qui arrivent à la *Lame* de l'Exemple; représentent le Courant du *Fluide électrique* qui arrive à l'une des Faces, *A*, du *Tableau*. Ce *Fluide*, comme les *Vapeurs aqueuses*, est composé de deux Substances, dont l'une se détache & pénètre la *Lame*; c'est le *Fluide différent électrique*; & l'autre s'y dépose alors; c'est la *Matière électrique*. L'*Evaporation* sur la Face *B* de l'Exemple, représente ce qui se passe à l'égard de la *Matière électrique* sur la Face analogue du *Tableau*: car cette *Matière*, recevant une nouvelle quantité de *Fluide différent*, s'écoule en partie dans le Sol, par le Conducteur appli-



quée de ce côté-là ; circonstance nécessaire à la *Charge*. Ce départ d'une quantité de *Fluide électrique* du côté *B* du Tableau, produit sur le côté *A*, le même effet que l'*Evaporation* dans l'Exemple ; c'est-à-dire, qu'il y diminue la quantité du *Fluide déférent*, & produit ainsi une nouvelle décomposition de *Fluide électrique*, dont la *Matière électrique* se dépose sur cette Face. Enfin le *Maximum* de *Charge*, est encore produit par une Cause analogue à celle qui le produit dans l'Exemple ; c'est-à-dire, qu'il a lieu, lorsque la quantité de *Fluide déférent* qui reste au Tableau, laisse enfin à l'*Armure* de la Face *A* (par laquelle seule cette Face peut être modifiée) une quantité de *Fluide électrique*, qui a un même degré de *Force expansive* que celui de la Source. Et alors aussi ce *Fluide électrique* se trouve avoir plus de *Force expansive* que celui qui réside encore dans l'*Armure B*.

290. Voici donc l'état où se trouvent alors les différentes parties de l'Appareil. 1°. La quantité de *Matière électrique* a beaucoup augmenté sur la Face *A*, & diminué sur la Face *B*. 2°. L'augmentation sur la première, est plus grande que la diminution sur la dernière ; parce que la distance que met entr'elles l'épaisseur de la *Lame*, diminue la Tendance du *Fluide défé-*



rent arrivé à la Face *A*, à se porter à la Face *B*, à mesure que celle-ci perd de son *Fluide électrique* dans le Sol. 3°. Quoique la quantité de *Matière électrique* aît beaucoup augmenté au côté *A*, le *Fluide électrique* qui réside dans son *Armure*, n'a pas plus de Force expansive que celui de la Source qui a produit la Charge ; parce que la majeure partie de la nouvelle quantité de *Matière électrique*, a été déposée sur la Surface *non-conductrice* ; & qu'y étant privée de son *Fluide déferent*, qui a traversé la *Lame*, elle s'y trouve d'autant plus fixée. 4°. Quoique la quantité de *Matière électrique* aît beaucoup diminué au côté *B*, le *Fluide électrique* qui réside dans son *Armure*, a autant de Force expansive que celui du Sol ; parce qu'il possède une surabondance de *Fluide déferent*. C'est ce *Fluide* qui, en traversant la *Lame*, a fait passer une partie de la *Matière électrique* qui appartenoit à ce côté-là, de la surface *non-conductrice*, dans l'*Armure*, & de celle-ci dans le Sol, jusqu'à ce que cet équilibre aît été établi. 5°. Enfin, la quantité totale du *Fluide déferent* se trouve donc augmentée dans le *Tableau* ; d'abord, de tout ce qu'en contient le *Fluide électrique* surabondant dans l'*Armure A* ; & ensuite de toute la quantité qu'en possède le côté *B*, & par laquelle, avec moins de *Matière électrique*, le *Fluide électrique* contenu dans son

*Armure* est cependant en équilibre avec celui du Sol.

291. De cet état du *Tableau* après la *Charge*, découlent immédiatement les Phénomènes de cette espèce de *Décharge*, qu'on opère en *touchant* alternativement les deux *Armures* : par où j'entends les mettre tour-à-tour en communication avec le Sol. Un premier attouchement de l'*Armure B*, ne produiroit aucun effet ; puisque son *Fluide électrique* est déjà en équilibre avec celui du Sol. Le premier attouchement efficace sera donc à l'*Armure A* ; parce qu'il lui enlèvera la quantité de *Fluide électrique* qu'elle se trouvoit posséder par-dessus l'état électrique du Sol. Elle se mettra donc alors en équilibre électrique avec lui ; ayant néanmoins toujours une grande surabondance de *Matière électrique*, mais qui restera immobile sur cette face de la *Lame non-conductrice*, manque de *Fluide déférent*. Le moyen de lui fournir une nouvelle quantité de ce *Fluide*, est de toucher alors le côté *B* : car la perte de celui qui vient de s'écouler dans le Sol par cette première décharge, est commune à tout l'*Appareil* ; & ainsi le *Fluide électrique* de l'*Armure B*, n'est plus en équilibre avec celui du Sol : si donc on touche alors cette *Armure*, elle recevra du *Fluide électrique*, jusqu'au réta-

blissement de l'équilibre avec le Sol. Dans cette seconde opération, une partie du *Fluide électrique* qui vient du Sol, se décompose : son *Fluide déférent* traverse la Lame pour se rendre au côté *A* ; & par-là, il dépose de la *Matière électrique* sur la Face *non-conductrice B*, & en détache de la Face *A*, qu'il transporte dans son *Armure* sous la forme de *Fluide électrique* : de sorte que l'Appareil se retrouve à peu près dans le même état où il étoit avant le premier attouchement, & que la même opération peut se renouveler.

292. J'ai dit qu'après cette première opération, le Tableau ne se retrouve qu'à-peu-près dans le même état où il étoit après la *Charge* ; parce qu'il y a déjà un petit changement dans son état, procédant de la diminution de la différence qui se trouvoit entre les quantités de la *Matière électrique* aux deux côtés de la Lame. De la diminution de cette différence, résulte une diminution d'intensité dans l'effet des attouchemens alternatifs subséquens ; de sorte que la *décharge* totale ne se fait qu'avec beaucoup de lenteur par cette voie, si l'état du Milieu ne contribue pas à l'accélérer. J'indiquerai dans la suite le moyen que j'ai employé pour connoître à chaque pas, les Modifications des deux Surfaces

*non-conductrices* & de leurs deux *Armures* ; par où toute cette Marche successive est rendue extrêmement évidente. La décharge rapide qui s'opère, en établissant une communication conductrice entre le côté *A* & le Sol, tandis que le côté *B* y communique aussi, n'est qu'une succession plus rapide des mêmes effets ci-dessus. Je ne m'arrêterai donc pas à ce Phénomène, & je viendrai à une autre manière de *charger* le *Tableau*, dont je montrerai encore l'Analogie avec les Modifications des *Vapeurs aqueuses*.

293. La *Matière électrique* ne s'accumulant sur la Face *A* de la *Lame non-conductrice*, que parce que le *Fluide déférent* l'y dépose, en traversant la *Lame* pour s'unir à la *Matière électrique* de la Face opposée & l'entraîner avec lui là où il éprouve le moins de résistance, il me vint à l'esprit ; qu'on pouvoit employer le nouveau *Fluide électrique* formé au côté *B*, à charger le côté *A*. Pour soumettre cette conjecture à l'Expérience, j'établis une communication conductrice entre le côté *B* du *Tableau* & le Frottoir d'une Machine électrique, & une communication semblable entre le côté *A* & les Pointes qui reçoivent le *Fluide électrique* de cette Machine ; par où le *Tableau* se chargea, comme par la méthode ordinaire. Le Frottoir,

privé par le Verre d'une partie de son *Fluide électrique* dès que le Frottement commence, en enlève aussi-tôt au côté *B* ; & le Verre apporte au côté *A* cette quantité, long-tems renaissante, de *Fluide électrique* qu'il enlève au Frottoir. Cette marche est très-évidente dans mon Appareil, où les Modifications respectives des deux Côtés du *Tableau* sont continuellement indiquées : on y voit sur-tout, que le Côté *B* perd du *Fluide électrique*, avant que le Côté *A* en acquière, & qu'il reste toujours un peu plus *négatif*, que l'autre ne devient *positif* ; comme inversement, dans la Charge ordinaire, le côté *A* est rendu plus *positif*, que le côté *B* ne devient *négatif*.

294. Pour comparer les modifications du *Fluide électrique* à celles des *Vapeurs aqueuses*, il faut toujours suppléer par quelque artifice dans ces dernières, à ce que les Propriétés distinctives du premier produisent naturellement. Ainsi, pour représenter cette *Charge* du *Tableau*, par des modifications analogues dans les *Vapeurs aqueuses*, il faut suppléer, tant à l'*Isolement* naturel de ses deux Côtés, qu'à l'opération de la Machine qui les modifie l'un par l'autre. Pour suppléer à l'*Isolement*, je supposerai d'abord, qu'une lame de verre partage un Vase en deux Cavités ; & pour représenter l'état électrique de



la Lame *non-conductrice* du *Tableau* avant l'opération, je supposerai de plus, que cette Lame de Verre est *mouillée* des deux côtés. Quant à la partie de l'*Isolément* du *Tableau*, qui consiste, en ce que l'Air voisin ne modifie pas sensiblement les commencemens de la Charge, il faut ajouter, à l'égard des *Vapeurs aqueuses*, que les deux Cavités sont vuides d'Air, & que leurs Parois ne modifient pas sensiblement les effets produits sur la Cloison. Enfin, quant à l'opération de la Machine électrique, nous y suppléerons par une Pompe aspirante & refoulante. Cette Pompe aura deux Valves; dont l'une, qui communiquera avec la Cavité *B*, s'ouvrira de cette Cavité vers la Pompe; & l'autre, qui communiquera avec la Cavité *A*, s'ouvrira de la Pompe vers cette Cavité. Voici maintenant les effets nécessaires d'un tel appareil mis en jeu.

295. Comme dans l'Appareil du *Tableau*, il suffit de faire mouvoir la Machine électrique, pour faire passer une partie de la *Matière électrique*, du Côté *B* au Côté *A* de la Lame *non-conductrice*; de même dans notre Appareil à *Vapeurs*, il suffira de faire mouvoir la Pompe, pour faire passer une partie de l'*Eau* qui tapisse la Face *B* de la Cloison, à sa Face *A*. En tirant d'abord le Piston de la Pompe, on fera entrer dans celle-ci



une partie des *Vapeurs* formées dans la Cavité *B*; & en repoussant le Piston, ces *Vapeurs* passeront dans la Cavité *A*. Alors il se fera une nouvelle *Evaporation* sur la Face *B*, ce qui la refroidira; & ce refroidissement se communiquant à la Face *A*, elle condensera une partie des *Vapeurs* de sa Cavité. Les *Vapeurs* condensées augmenteront la quantité d'*Eau* sur cette Face; en même tems que leur *Feu latent*, traversant en partie la Cloison, mettra l'*Eau* de la Face *B* en état de s'*évaporer* d'autant plus aisément, lorsque, par un second coup de Pompe, on soutirera de nouveau des *Vapeurs* de la Cavité *B*, pour les porter dans la Cavité *A*: par où les mêmes effets contraires seront renouvelés sur les Faces opposées de la Cloison. On voit aisément; que les Cavités occupées par les *Vapeurs*, représentent les *Armures* du *Tableau magique*, dans lesquelles seules aussi se trouve du *Fluide électrique* tout formé. Car à l'égard des Faces de la *Lame non-conductrice*, la *Matière électrique* y est déposée sans mouvement, comme l'*Eau* sur celles de la Cloison de l'Exemple.

296. Rien ne sauroit donc être plus analogue, que les deux Opérations que je viens de décrire, dès qu'on a suppléé artificiellement, aux conséquences des Propriétés distinctives des deux

Espèces de *Vapeurs*. Mais je dois faire remarquer maintenant, dans les parties analogues même de ces Opérations, d'autres différences, provenant de celles que j'ai indiquées dans les degrés des Propriétés analogues de leurs *Vapeurs* respectives. Et d'abord, quant à la durée des opérations : celle de la Charge du *Tableau* est très-prompte ; parce que le *Fluide déferent électrique* traverse en un instant tous les Corps pour obéir à ses Loix d'équilibre : tandis que l'opération du transport de l'*Eau* d'une Face à l'autre de la Cloison seroit lente ; parce que le *Feu* traverse fort lentement les Corps. De cette même différence de degré entre les Propriétés analogues des deux *Fluides déferens*, résulte encore ; qu'on ne pourroit point produire une *décharge* soudaine de la Cloison de Verre (c'est-à-dire, un retour soudain de l'*Eau* excédente sur la Face *A*, à la Face *B*) comme on le fait à l'égard de la *Matière électrique* dans le *Tableau*, en établissant seulement une communication conductrice entre les deux *Armures*. Mais, à la rapidité près (qu'on ne sauroit produire, parce qu'on ne peut forcer le *Feu* à traverser plus promptement la Cloison) on peut imiter cette décharge du *Tableau*, en suppléant par artifice, à la Tendance qu'a le *Fluide électrique* à se porter le long du Conducteur de

l'*Armure A* à l'*Armure B*, aussi long-tems qu'il y en a plus dans la première que dans la dernière. Il suffiroit pour cela d'établir une communication, de la Cavité *A* à la Cavité *B*, & une Cause quelconque qui portât les *Vapeurs* de la première à la dernière, jusqu'à ce que la quantité d'*Eau* f  t égale sur les deux Faces de la Cloison. Car le *Feu* prendroit alors la route contraire à celle de la première opération ; comme le *Fluide déférent électrique* la prend dans la décharge du *Tableau*. C'est par lui que cette décharge s'opère, & en voici la marche. Avant qu'on établisse la communication conductrice, le *Fluide déférent* est en équilibre entre les deux côtés du *Tableau*, suivant ses Loix, & l'état respectif de ces deux Côtés quant à la quantité de *Matière   lectrique*. Dès que la communication est établie, l'*Armure A* cède à l'*Armure B* la moitié de son exc  dent de *Fluide   lectrique*. Alors donc le Côté *A* a perdu du *Fluide déférent*, & le Côté *B* en a gagné : mais cet équilibre rompu se rétablit bientôt, par la décomposition d'une partie du nouveau *Fluide électrique* arrivé au côté *B*, dont la *Matière électrique* est alors déposée sur la Face non-conductrice, en même tems que le *Fluide déférent* la pénètre, & va ranimer une nouvelle quantité de *Matière électrique* sur la Face *A*.

Voilà donc une nouvelle quantité de *Fluide électrique* formée du côté *A*, dont l'Armure s'empare, pour la partager de nouveau avec l'Armure *B* : par où la même opération se renouvelle, jusqu'à ce que l'équilibre du *Fluide électrique* soit établi entre les deux côtés, autant du moins que cela est d'abord possible ; circonstance que je vais expliquer.

297. De la différence de degré, dans les Tendances de l'*Eau* & de la *Matière électrique* vers certains Corps, résulte, dans les deux *décharges* comparatives, une nouvelle différence qu'il est essentiel de remarquer. L'*Eau* n'adhère que peu à tous les Corps ; par où celle qui tapisseroit les Faces de la Cloison, céderoit aux moindres causes de rupture dans l'équilibre des *Vapeurs* des deux Cavités, & rétablirait cet équilibre. Mais la *Matière électrique* adhère fortement aux Surfaces *non-conductrices*, dès qu'une fois elle y est déposée ; ce qui ne s'opère que par des points de contact immédiat, & même seulement, quand il y a un certain degré de différence, entre le Conducteur qui apporte le *Fluide électrique*, & le point qu'il touche. De-là vient que la *décharge* du *Tableau* n'est jamais complète, quoique les deux *Armures* soient en communication conductrice. Il reste toujours, & pour long-



tems, un peu de *Matière électrique* surabondante au côté qui en avoit le plus ; en même tems que celui qui en avoit perdu, ne la reprend point en entier. C'est-là une partie remarquable des Phénomènes du *Tableau magique* (ou de la *Bouteille de Leyde*) ; puisque c'est de-là que résultent les Phénomènes *électrophoriques*, dont je traiterai dans la Section suivante.

298. En parlant jusqu'ici des Phénomènes du *Tableau magique*, je n'ai fait mention que d'une *Lame de Substance non-conductrice* en général ; parce qu'en effet, ces Phénomènes, les mêmes que ceux de la *Bouteille de Leyde*, n'appartiennent point exclusivement au Verre. C'est ce que nous découvrîmes mon Frère & moi, il y a environ 38 ans ; c'est-à-dire à-peu-près dans le tems où nous fîmes ces Expériences sur le *Choc électrique* produit par l'entremise du Rhône & des Fontaines de Genève, que M. JALLABERT communiqua à l'Abbé NOLLET, & que celui-ci publia dans ses *Lettres sur l'Électricité*. Fortement attentifs alors à tout ce qui tenoit à ce *Choc*, & ne voyant dans le *Verre*, dont la *Bouteille de Leyde* étoit formée, qu'une Substance qui retenoit du *Fluide électrique* à l'intérieur, tandis qu'elle en perdoit à l'extérieur ; Substance dont la *Poix* remplissoit une des fonctions,

savoir l'*Isolement* ; nous essayâmes de faire une *Bouteille de Leyde* avec de la *Poix* ; & nous y réussîmes, au moyen d'une Bouteille de Fer blanc à col de Verre, couverte d'une couche de *Poix*, & partie de celle-ci d'une feuille d'étain. Encouragés par ce premier succès, nous voulûmes essayer la *Soie*, comme Substance *non-conductrice*, en en couvrant aussi une Bouteille de Fer blanc à col de Verre : mais cet essai ne réussit pas. Nous ne pouvions tenter l'Expérience, qu'en couvrant la Bouteille de plusieurs doubles d'étoffe de Soie : mais quand il n'y en avoit que peu, le *Fluide électrique* traversoit en entier ; & lorsqu'il y en avoit assez pour prévenir cet effet, il n'y avoit qu'*Isolement*. J'ai pensé depuis à un autre moyen, mais que je ne me suis pas trouvé disposé à tenter. Ce seroit de prendre un grand nombre de Vers à soie prêts à filer ; de leur enlever la petite masse de Substance qui est prête alors à passer à leur Filière pour faire la *Soie*, & de l'étendre aussitôt sur une *Lame conductrice*, de manière à la vernisser de cette Substance ; ce qui ne me paroît pas impossible. Or si cela peut se faire, je n'ai point de doute, qu'une pareille *Lame* ne fût un vrai *Tableau magique* ; ou bien, qu'en couvrant de cette Substance, une Bouteille de Fer blanc à col de Verre, celle-ci ne produisît les



Phénomènes de la *Bouteille de Leyde*. En un mot, le Principe dont nous partions dès ce tems-là, pour tenter de produire ces Phénomènes avec d'autres Substances que le *Verre*, étoit le même que le Dr. FRANKLIN publia depuis en explication des Phénomènes de la *Bouteille de Leyde* proprement dite, favoir ; que ces Phénomènes étoient produits, par l'accumulation du *Fluide électrique* à l'intérieur de cette *Bouteille*, en même tems qu'il la quittoit à l'extérieur. Nous y ajoutâmes la conjecture, que cette Propriété étoit attachée à la Faculté *non-conductrice* ; ce que la *Poix* vérifia dès-lors. Et depuis que j'ai repris les Expériences électriques ; étant parti de cette même Théorie, expliquée par mon Systême, j'ai fait, sans *Verre*, diverses Espèces de *Tableaux magiques*, qui se chargent aussi fortement que ceux de *Verre*. Je les décrirai ci-après avec quelques autres de mes Appareils.

#### SECTION IV.

*De l'Électrophore, & du Condensateur d'Électricité.*

301. **L** E P. BECCARIA avoit découvert un Phénomène remarquable des Lames de *Verre*, chargées d'abord, puis déchargées. Ce Phéno-

mène, dont il a décrit tous les détails, & qu'il a nommé *Electricitas vindex*, consiste en général; en ce que de telles Lames changent pendant long-tems l'état électrique des Corps *conducteurs* qu'on pose sur elles, sans être sensiblement modifiées elles-mêmes par ces changemens qu'elles produisent. L'explication que le P. BECCARIA donna de ce Phénomène, n'étant que le Fait répété en d'autres termes, je ne m'y arrêterai pas; & je viendrai d'abord à la Cause que M. VOLTA leur a assignée, en inventant l'*Électrophore*, où se manifestent les plus grands Phénomènes de cette classe. Mon Systême sur la nature & les modifications du *Fluide électrique*, étant fondé en grande partie sur la Théorie de M. VOLTA, ce sera appliquer celle-ci aux Phénomènes de l'*Électrophore*, que de les expliquer par ce Systême. Je le ferai donc immédiatement sous cette forme: & pour la brièveté encore, je supprimerai dès-à-présent, le parallèle des Modifications des *Vapeurs aqueuses* avec celles du *Fluide électrique*; croyant avoir suffisamment montré leur analogie dans tout ce qui constitue les caractères généraux que j'ai assignés aux *Vapeurs*.

302. L'*Électrophore* proprement dit, consiste en une Lame *résineuse*, appliquée sur un Corps

*conducteur* en communication avec le Sol. La manière ordinaire de donner la Faculté *électrophorique* à cette lame, est de la *frotter* à sa surface découverte ; par où elle y perd un peu de son *Fluide électrique*, tandis que la surface opposée en gagne. Une surface *résineuse* frottée ; perd du *Fluide électrique* ; parce que le Corps qui la frotte a plus de facilité à s'emparer de ce *Fluide*, agité par le *Frottement* ; & qu'aussi-tôt, la petite quantité excédente qu'il reçoit, s'écoule dans le Sol par la main de l'opérateur. Par cette perte de *Fluide électrique*, la surface frottée perd de son *Fluide différent* ; & aussi-tôt la surface opposée lui en communique. Mais alors le *Fluide électrique* de cette dernière ne résiste plus autant à celui du Sol, & il lui en passe une petite quantité qui s'y condense. La limite de ces changemens opposés se trouve, dans la résistance de la Surface frottée à céder au-delà d'une certaine quantité de son *Fluide électrique* au Corps qui la frotte ; & leur durée provient, de ce que, lors même que le frottement cesse, cette Surface ne reprend que très-difficilement le *Fluide* qu'elle a perdu. Car le *Fluide électrique* qui s'est accumulé à la face opposée, partage avec celle-là son *Fluide différent*, & procure ainsi une augmentation de Force expansive au *Fluide électrique* qui lui

reste : circonstance qui, comme on vient de le voir, avoit déjà contribué à lui en faire perdre, comme elle contribue réciproquement, à empêcher, que le Corps conducteur en communication avec l'autre Face, ne lui enlève le *Fluide électrique* qu'elle a acquis. Ainsi, la Cause même de ces Modifications contraires des deux Surfaces de la *Lame non-conductrice*, devient cause de leur durée, quoique ces Surfaces soient mises en communication avec des Corps *conducteurs*.

303. On voit ainsi, pourquoi la couche *non-conductrice* d'un *Electrophore* doit être aussi mince qu'il est possible ; & pourquoi même, si elle a une grande épaisseur, le frottement de sa Surface découverte n'y produit presque aucun effet. Car le premier petit effet qu'on a produit, ne se faisant pas sentir à la Surface opposée, à cause de sa distance, n'est suivi d'aucun autre, & même il est bientôt détruit par l'attouchement des Corps *conducteurs* : c'est ce qu'on voit, par le peu de durée des Mouvements électriques produits par une pièce *épaisse* de Substance *non-conductrice* qu'on a frottée ; telle que de l'*Ambre* ou de la *Cire d'Espagne*. Il suit de-là ; que plus la *Lame non-conductrice* est mince ; pourvu qu'elle soit continue ; plus l'*Electrophore* ac-



quiert & conserve de pouvoir : car il en résulte, que les deux Surfaces acquièrent plus fortement les états contraires, & s'aident mutuellement en même proportion à les conserver. Les *Loix* de la Théorie de M. VOLTA conduisoient déjà à cette conséquence ; tout comme y conduit mon *Système*, qui explique ces *Loix*. Ainsi, dès le commencement de mes nouvelles *Expériences*, je cherchai les moyens d'amincir la *Lame non-conductrice* ; & j'y ai réussi avec de bonne *Cire d'Espagne*, jusqu'à en faire une *Lame isolée* d'un pied de diamètre, qui n'a que l'épaisseur d'une carte, & dont les effets *électrophoriques*, comme ceux de *Tableau magique*, sont par-là très-grands.

304. L'état électrique où l'on réduit une *Lame non-conductrice*, en frottant une de ses Faces tandis que l'autre repose sur une Substance *conductrice* en communication avec le Sol, est exactement le même, que celui où elle reste, lorsqu'après l'avoir chargée comme *Tableau magique*, on la *décharge*. Par la *Charge*, on accumule une certaine quantité de *Matière électrique* d'un côté, & on prive l'autre d'une quantité à-peu-près égale de cette *Matière*. Dans la *Décharge*; la Face qui avoit l'excès, ne le rend pas tout à l'*Armure* ; parce que la Face opposée possède une partie du *Fluide déferent*

qu'avoit apporté le nouveau *Fluide électrique* : & inverſement ; cette portion de *Fluide déſérent* poſſédé par la Face où le *Fluide électrique* a diminué, empêche le retour complet de ce dernier *Fluide*. Ce qui a lieu de part & d'autre , à cauſe de la Faculté *non-conductrice* de la *Lame* : car il en réſulte ; qu'à moins d'une grande différence d'état électrique entr'elle & un Conducteur, celui-ci ne peut la modifier que par des points de contact abſolu. Or ces points ſont toujours fort peu nombreux, quelque ſoin qu'on prenne de rendre les deux Surfaces bien congruantes, pour augmenter les Effets *électrophoriques* par la plus grande proximité des deux Surfaces. Je vais maintenant décrire & expliquer ces Effets, en revenant pour cela au même Appareil par lequel j'ai expliqué dans la Section précédente, la Charge & Décharge du *Tableau*.

305. Lorſqu'on applique aux deux côtés de la *Lame non-conductrice*, des *Armures* munies d'*Electromètres*, on apperçoit un foible Mouvement dans ceux-ci. Quelquefois ils ſe meuvent l'un & l'autre ; d'autres fois un ſeul ſe meut, & tantôt c'eſt celui du côté *poſitif*, tantôt celui du côté *négaſif*. Le cas où ils ſe meuvent l'un & l'autre d'une même quantité, eſt celui où l'une des Faces de la *Lame* a perdu exactement



autant de *Matière électrique*, que l'autre en a acquis : & la Cause de ce qu'il y a néanmoins alors du mouvement dans les *Electromètres*, est la distance des deux Surfaces, qui diminue l'influence de l'une sur l'autre ; tellement que la quantité de leur *Fluide déférent*, conserve un peu de rapport avec la quantité respective de leur *Matière électrique*. C'est ce que les *Electromètres* indiquent ; l'un se mouvant, parce que, malgré le voisinage de la Face *négative*, son *Fluide électrique* conserve un peu plus de Force expansive que celui du Sol ; & l'autre par la cause contraire. Quand un seul des *Electromètres* se meut (ce qui est le cas le plus commun) c'est parce que la modification de la Face correspondante à son *Armure*, est plus grande que la modification contraire à la Face opposée. Le côté dont l'*Electromètre* se meut, ou se meut le plus, est d'ordinaire celui par où les modifications de la *Lame non-conductrice* ont commencé. Si donc la Faculté *électrophorique* est le résidu d'une *Charge & Décharge* ordinaire ; le Mouvement *électrométrique* est le plus souvent au côté *positif* ; soit que la *Lame* soit de *verre*, ou de Substance *résineuse*. Si cette Faculté a été produite par le Frottement d'une des Surfaces ; le Mouvement *électrométrique* sera à la Face *positive*, si la *Lame* est de *verre*, & à la

Face

Face *négative* si la *Lame* est *résineuse*. Mais nombre de circonstances changent cet ordre naturel, & ce n'est que de l'ensemble des Phénomènes que je l'ai conclu. Je ne décrirai pas ici les *Electromètres* dont j'y fais mention ; car leur Langage est un Phénomène important, qui exige d'être traité à part : je dirai donc seulement, qu'ils n'indiquent que le degré de *Force expansive* du *Fluide électrique* dans les *Armures* auxquelles ils sont joints, & non la quantité absolue de ce *Fluide*.

306. Soit que les deux *Electromètres* indiquent, par leur Mouvement, des changemens dans le degré de *Force expansive* du *Fluide électrique* appartenant à leurs *Armures* ; soit qu'il n'y en ait qu'un seul qui se meuve ; dès qu'on met l'une ou l'autre des *Armures* en communication avec le Sol, en la touchant, son *Electromètre* n'indique plus que l'état du Sol, & tout le Mouvement *électrométrique* a lieu du côté opposé : puis, si l'on touche l'*Armure* de ce côté-ci, le Mouvement *électrométrique* passe de l'autre. En le faisant ainsi passer alternativement d'un côté à l'autre, on le voit diminuer peu à peu jusqu'à un certain point. Si les *Electromètres* sont assez sensibles pour marquer jusqu'au plus petit degré de différence de *Force expan-*

live du *Fluide électrique* entre les *Armures* & le Sol, cette opération est fort longue ; & à moins qu'on n'en vienne à des alternatives très-rapides, on ne fait que transporter d'un côté à l'autre, un petit Mouvement, qui ne diminue plus, parce que l'Air détruit les effets de ces Attouchemens ; ce que j'expliquerai. Mais on peut faire cesser tout signe *électrométrique* dans l'Appareil ; & même produire en un instant le même effet qui résulte de la longue opération ci-dessus ; en touchant les deux *Armures* à-la-fois. Dans l'un ou l'autre cas, si l'on sépare les deux *Armures*, celle du côté *néгатif* de la *Lame non-conductrice*, peut se trouver tellement chargée de *Fluide électrique*, qu'elle en lance une partie en *Aigrettes* ; & dans ce cas, l'autre en aura tant perdu, qu'on en verra rentrer par des *Points lumineux*. Ce changement qui se manifeste dans les *Armures*, quand elles sont séparées, entr'elles & de la *Lame électrophorique*, vient en général ; de ce qu'elles ne se modifient plus alors l'une l'autre, & qu'ainsi leur *Fluide électrique* respectif, acquiert une Force expansive proportionnelle à sa quantité de *Matière électrique*, en se mettant en équilibre de *Fluide différent* avec l'Air. Mais je renvoie à un autre lieu d'en expliquer la manière, pour ne pas interrompre ce qui concerne

les *Effets électrophoriques*, dont voici maintenant la marche.

307. Je supposerai le cas, où les deux *Electromètres* se meuvent au commencement de l'opération ; l'un parce que la Face de l'*Electrophore* qui communique avec son *Armure*, fournit un peu de *Fluide déférent* à celle-ci ; & celui de l'autre *Armure* par la cause contraire. Si je touche la première de ces *Armures* ; elle perd un peu de son *Fluide électrique*, qui s'écoule dans le Sol, & son *Electromètre* revient au point de *Repos*, qui marque l'équilibre avec le Sol. Mais ayant enlevé ainsi l'excès de *Fluide déférent* de ce côté positif de l'*Electrophore*, il n'aide plus à compenser le défaut qui se trouve au côté négatif ; & la diminution de Force expansive qui en résulte dans le *Fluide électrique* de l'*Armure* de ce dernier côté, est aussi-tôt indiquée par une augmentation de Mouvement dans son *Electromètre*. Si alors je touche cette *Armure*, elle reçoit du Sol une première quantité de *Fluide électrique*, & l'équilibre se rétablit. Alors donc, ce côté de l'*Electrophore* ne dérobe plus du *Fluide déférent* à l'autre côté ; & le *Fluide électrique* de celui-ci, quoique déjà plus rare que celui du Sol, lui est de nouveau supérieur en Force expansive ; ce que l'*Electromètre* indique

aussi-tôt. En cet état de l'Appareil, un second Attouchement de l'*Armure* du côté *positif*, lui enlèvera une seconde quantité de *Fluide électrique*; ce qui diminuera de nouveau la Force expansive du *Fluide électrique* au côté *néгатif*.

308. On voit bien, que les mêmes opérations alternatives, auront toujours les mêmes Effets; ce qui augmentera de plus en plus la perte de *Fluide électrique* dans l'*Armure* du côté *positif* de la *Lame non-conductrice*, & le gain dans l'*Armure* opposée. Mais ces Effets iront successivement en diminuant, & deviendront enfin nuls, par l'attouchement simultanée des deux Surfaces: voici la cause de cette diminution. Quand l'*Armure* du côté *positif* de l'Electrophore a perdu une première quantité de *Fluide électrique* dans le Sol; la perte qu'elle a faite ainsi de son excès de *Fluide déférent*, ne se fait pas sentir en entier dans l'*Armure* opposée; c'est-à-dire, n'augmente pas en proportion le défaut du *Fluide déférent* de l'autre côté; à cause de sa distance. Et de même, quand le défaut de *Fluide déférent*, accru néanmoins par là dans l'*Armure* de ce côté *néгатif* de l'Electrophore, se repare, par de nouveau *Fluide électrique* qui vient du Sol; ce nouveau *Fluide déférent* reste en quantité un peu plus grande du



côté qui le reçoit. Par où chacune des *Armures*, remise fuccessivement en Equilibre avec le Sol, approche de plus en plus d'un Equilibre fixe avec lui, dans les modifications réciproquement décroissantes de l'autre *Armure*; ce qui limite l'étendue de ces Effets fuccessifs.

309. C'est par la même Cause, que l'Effet total d'un Attouchement simultanée, a des bornes, & les mêmes bornes que dans l'opération ci-dessus. Car dans l'Attouchement simultanée, l'Effet produit n'est qu'une succession rapide des Effets alternatifs que je viens de décrire. On apperçoit cette succession à l'Ouïe & à la Vue, lorsqu'on emploie pour *Electrophore* un *Tableau magique* nouvellement déchargé; dont les effets surpassent d'ordinaire, ceux dont le simple frottement d'une des Faces est la cause. Quand donc on touche simultanément les deux *Armures* d'un tel *Electrophore*, on entend un *craquement* assez vif; & si l'on est dans l'obscurité, on apperçoit, entre chaque *Armure* & la *Lame non-conductrice*, une *clarté vacillante*, effet du passage intermittent du *Fluide déferent*, de l'*Armure* qui se charge à celle qui se décharge; passage qui se fait immédiatement, au travers de la *Lame non-conductrice*, entre les points des

deux *Armures* où l'équilibre se trouve le plus fortement rompu.

310. Tels sont les Effets *électrophoriques* généraux & leurs Causes. Leurs détails sont très-intéressans dans l'Appareil que j'ai employé ; parce qu'on peut les y suivre pas à pas, en observant l'état respectif des *Armures* après chaque Attouchement de l'une ou de l'autre, & les modifications qu'y produit une plus ou moins grande distance entr'elles & avec la *Lame non-conductrice* ; & par cette même facilité, d'examiner séparément, à chaque pas de l'opération, toutes les parties de l'Appareil, s'il vient à se manifester quelque anomalie, on peut en trouver les Causes. Mais la plupart de ces détails concernent d'autres Loix du *Fluide électrique*, c'est pourquoi je les supprime ici ; & j'ajouterai seulement : que la *Lame non-conductrice*, en contribuant ainsi aux Modifications des deux *Armures*, n'est sensiblement modifiée elle-même, qu'aussi long-tems que la marche des Effets *électrophoriques* s'apperçoit à l'Ouïe & à la Vue. Lors donc qu'on cesse de les appercevoir, l'état de l'*Électrophore* est devenu sensiblement fixe, & l'on peut répéter un grand nombre de fois l'opération, sans qu'il y aît une

diminution sensible dans l'effet. Si le tems est sec, la *Lame non-conductrice* peut conserver des mois entiers, la Faculté de modifier les *Armures*, du moins à quelque degré : & pour la lui faire perdre, il faut l'*électrifier* en sens contraire ; ou plus sûrement, l'échauffer au point, ou de ramollir beaucoup la Substance résineuse, si elle est de cette espèce, ou de rendre la Chaleur du Verre insupportable à la main. Quand la Chaleur est à ce degré, elle prive ces Substances de leur Faculté *non-conductrice* ; & alors le *Fluide électrique* se met en équilibre, tant entre leurs Surfaces, qu'avec le Sol par les mains de celui qui les présente au feu.

311. Les Phénomènes du *Condensateur d'Electricité*, sont d'une nature toute différente de ceux de l'*Électrophore*. Ce n'est plus le *Sol* qui doit modifier ses *Armures* ; il n'est point *Machine électrique* ; il sert seulement à rendre sensibles des degrés très-foibles d'*Électrification*, pourvu que le Conducteur qui les possède soit fort grand ; ce que je vais expliquer, en indiquant l'usage le plus important de cette découverte de M. VOLTA. Il arrive fréquemment, que l'Atmosphère a plus ou moins de *Fluide électrique* que le Sol : & comme l'*Air* est *non-conducteur*, l'équilibre entre lui & le Sol ne se

maintient avec quelque constance, que dans sa Couche la plus basse. Si donc on élève un *Conducteur* ; son extrémité supérieure arrive souvent à des Couches d'Air qui ne sont pas en équilibre électrique avec le Sol ; & si cette extrémité est une Pointe déliée, il est bientôt réduit dans toute sa longueur à l'état de cette Couche. L'effet des *Pointes*, dans la belle Théorie de M. VOLTA, est d'être comme un Canal par lequel un Conducteur *éloigné* établit son équilibre électrique avec d'autres Corps. La *Pointe* n'étant ainsi que le Passage du *Fluide électrique*, n'arrive à être modifiée elle-même, que lorsque le *Conducteur* auquel elle appartient est mis en équilibre avec les Corps auxquels elle communique ; & jusqu'alors , elle agit sensiblement avec une même énergie pour produire cet équilibre. Au lieu que si le *Conducteur* lui-même étoit présent, son voisinage affoiblirait la différence de ces Corps avec lui, & retarderait, ou préviendrait même quelquefois, le transport réel du *Fluide électrique*. Ainsi l'extrémité pointue d'un long Conducteur élevé dans l'Air, ne cesse d'enlever du *Fluide électrique* à celui-ci, ou de lui en donner, que lorsque ce Conducteur est entièrement en équilibre avec l'Air. Si donc il communique avec le Sol, il contribuera sans cesse à ramener l'Air à l'état électrique de celui-

ci : ou s'il est isolé, & que quelque Corps, aussi isolé, détruise les premières modifications qu'il éprouve ; elles feront bientôt réparées. Mais ces Modifications immédiates peuvent être si petites, qu'elles soient imperceptibles, même par l'*Électroscope* si sensible de M. CAVALLLO : ou bien, le Signe fourni par cet *Électroscope* peut être si foible, qu'on ne puisse en distinguer la nature. Or quelle que soit la petitesse de ce Signe, le *Condensateur* de M. VOLTA le rendra très-grand ; & souvent aussi il en fournira, qui n'auroient pu être obtenus par aucun autre moyen. Tel est le plus important usage de cet Appareil, & voici en quoi il consiste.

312. Une Lame de Substance *non-conductrice*, mise dans l'état que je décrirai, peut servir de *Condensateur*, s'il s'agit de bien petits degrés d'*Électrification* dans des *Conducteurs* qui n'aient pas une fort grande étendue. Mais dans l'un ou l'autre des deux cas contraires, la Surface *non-conductrice*, en agrandissant le Signe de l'*Électrification* de ce Conducteur, peut y participer ; & devenant alors *électrophorique*, ses indications seroient trompeuses. Il vaut donc mieux s'en tenir aux Substances que M. VOLTA a recommandées lui-même dans son Mémoire sur ce sujet, imprimé dans les *Transf. philos.* de



l'année 1782. La propriété générale de ces Substances, est d'être *lentement-conductrices* ; & par cette raison elles ont été nommées *non-conductrices de la Commotion*. Cette propriété générale leur vient, de ce qu'elles participent à la Faculté *conductrice*, en laissant quelque Mouvement au *Fluide électrique* le long de leur Surface ; en même tems qu'elles participent aussi à la Faculté *non-conductrice*, tant en ce qu'elles transmettent lentement le *Fluide électrique*, que parce qu'il ne tend vers elles que de fort près. De cette Classe sont, les *Bois* bien secs, les *Pierres* bien sèches, & les *Toiles* peintes à l'Huile, nommées *Toile cirée* ou *Taffetas ciré*. C'est donc de ces Substances que je parlerai.

313. La méthode que j'ai employée pour analyser les Phénomènes de cette Classe, est la même que celle dont j'ai parlé à l'égard de l'*Électrophore*. Je suspends verticalement les Lames de Substances *lentement-conductrices*, en les *isolant* ; & je leur applique les deux *Armures* dont j'ai toujours parlé, munies de leurs *Electromètres*. L'une de ces *Armures*, que je nommerai *A*, est destinée à recevoir le *Fluide électrique* procédant d'une Source foible, mais vaste ; & l'autre *Armure*, *B*, est mise en communication avec le Sol. Je choisirai, dans

l'exposition des Phénomènes, l'exemple d'une Source *positive* ; ce qui facilitera l'expression : mais les Phénomènes & leur Cause seroient inversement les mêmes , s'il s'agissoit d'une Électrification *négative*.

314. Lorsqu'on applique la Source foible à l'*Armure A*, & qu'elle met d'abord celle-ci à son *niveau*, l'équilibre n'est pas assez rompu, entre l'*Armure* ainsi modifiée & la Substance *lentement-conductrice*, pour que celle-ci reçoive sa portion de la petite quantité de nouvelle *Matière électrique* acquise par l'*Armure* ; parce que la *Matière électrique* ne tend que foiblement vers les Substances de sa classe : mais elle reçoit sa portion du nouveau *Fluide déférent* ; parce que celui-ci tend sensiblement à la même distance vers tous les Corps. Voici donc quels sont les Effets de ce premier instant de communication de la Source à l'*Armure A*. Le *Fluide déférent*, passé de cette *Armure* à la Substance *lentement-conductrice*, fait passer une petite partie du *Fluide électrique* de celle-ci à l'*Armure B*, & par elle dans le Sol. Si la *Lame* de cette Substance est très-épaisse ; comme le seroit un Plateau de Marbre ou de Bois ; l'*Armure B* peut ne servir que de passage à ce *Fluide électrique* qui se rend au Sol. Mais si cette *Lame*

est mince ; comme le sont la *Toile cirée*, & le *Taffetas ciré* (simple ou double suivant sa nature) ; l'*Armure B* éprouve l'effet de ce *Fluide différent* qui abandonne l'*Armure A*, & une première petite portion de son *Fluide électrique* s'écoule dans le Sol. Enfin, quand le *Fluide différent* qui produit ces effets, se trouve ainsi séparé de la petite quantité de *Fluide électrique* reçue d'abord par l'*Armure A*, elle ne résiste plus autant à la Source ; celle-ci en fournit donc une nouvelle quantité, qui aussi-tôt a le même sort que la première : & ces effets successifs continuent, jusqu'à ce que le *Fluide différent* qui s'accumule dans la Substance *lentement-conductrice* & dans l'*Armure B*, ne leur permette plus d'en dérober à l'*Armure A*. Alors la *Condensation* est à son *Maximum* : le *Fluide électrique* de l'*Armure A* est devenu plus dense ; car il a une plus grande proportion de *Matière électrique* : mais il n'a pas plus de *Force expansive* que celui de la Source ; parce qu'il a perdu une grande partie de son *Fluide différent*.

315. La *Condensation* dont je viens d'indiquer la marche, ne se manifeste point à l'*Électromètre* de l'*Armure A* : tout le Mouvement qu'on lui voit faire, est celui seulement qu'il avoit fait, lorsqu'on avoit appliqué la Source à l'*Armure*

seule ; & il n'en fait point, s'il n'en avoit point fait alors. Mais quand on vient à isoler cette *Armure*, l'effet de sa position précédente se manifeste ; & si la Source a été capable de lui faire donner auparavant quelque signe d'électricité *positive*, & que le *Condensateur* soit en bon état, l'*Armure* devenant isolée, ne pourra pas contenir tout son *Fluide électrique* ; il s'en échappera une partie par des *Aigrettes*.

316. Pour découvrir la Cause de ce Phénomène, il faut d'abord ôter la communication de l'*Armure A* avec la Source ; puis enlever simultanément, cette *Armure*, & la communication au Sol ; enfin, séparer aussi l'*Armure B* de la *Lame lentement-conductrice*. Si l'Appareil est convenablement arrangé, tout cela s'opère en enlevant simultanément les deux *Armures* ; & il convient que cela puisse se faire, pour ne pas donner à la *Lame lentement-conductrice*, le tems de changer d'état. Pour cet effet, les Communications avec la Source & avec le Sol, doivent être fixées à des Supports isolans, de manière qu'on puisse mettre les *Armures* en communication avec elles & avec la *Lame*, ou les enlever, par un seul Mouvement. Les deux *Armures* & la *Lame lentement-conductrice*, se trouvant ainsi séparément *isolées*, arrivent bien-

tôt à l'état, où la *Force expansive* de leur *Fluide électrique* est proportionnelle à leur quantité respective de *Matière électrique*. On a déjà vu, combien la *Force expansive* est accrue dans l'*Armure A* : mais on en voit alors la Cause ; c'est qu'il s'est fait un changement contraire dans le reste de l'Appareil. Si la *Lame lentement conductrice* est mince, elle & l'*Armure B* font dans un état *négatif* ; mais s'il s'agit d'un Plateau de *Marbre* ou de *Bois*, il peut arriver, que l'*Armure B* n'ait fait que servir de passage au *Fluide électrique* que ce Plateau a perdu dans le Sol, & qu'ainsi elle soit restée dans l'état naturel. Il y a beaucoup de nuances à tout cela : & par exemple, s'il s'agit d'un Plateau de *Marbre blanc très-sec*, il retient pour un moment la *Faculté électrophorique*, se trouvant *négatif* du côté de l'*Armure A*, & *positif* du côté de l'*Armure B* ; mais cette *Faculté* ne dure qu'un instant.

317. Il y a des Expériences très-intéressantes à faire, par la réunion de cet Appareil à celui de l'*Électrophore*, réunion par laquelle ils servent mutuellement à la démonstration de leurs Théories respectives. Pour le faire comprendre, je dirai d'abord ; que lorsque M. VOLTA me montra les effets de son *Condensateur*, il ne



consistoit qu'en un Disque métallique à bord arrondi, suspendu par des cordons de soie ou tenu par une manche de verre, & posé sur divers Corps ; sur une Cheminée de Marbre par exemple, ou sur une Table bien sèche & couverte d'un morceau de Toile cirée, ou enfin sur la Couverture de soie ou de laine de quelque Meuble : & la foible Source de *Fluide électrique* qu'il employoit, étoit une Bouteille de Leyde déchargée par un Conducteur *lent*. Si la Bouteille avoit été déchargée par un Conducteur *rapide*, elle ne produisoit aucun effet sur le Disque : mais si elle l'avoit été par un Conducteur *lent* ; comme on la décharge par exemple, en la tenant dans la main, & touchant de son Bouton un Mur, ou quelque Boiserie bien sèche ; elle pouvoit n'être plus capable de faire mouvoir l'Électroscope de M. CAVALLO, & rester cependant capable de charger beaucoup le Disque métallique mis dans une des situations dont j'ai parlé.

318. Dans le cours de mes Expériences sur le *Condensateur*, réfléchissant à ces différens effets de la *Bouteille*, je compris ; que lorsqu'elle étoit déchargée par un Conducteur *rapide*, elle étoit dans le cas de mes *Électrophores*, lorsque leurs deux *Armures* avoient communi-

qué simultanément au Sol ; c'est-à-dire, que la *Bouteille* ne donnoit plus aucun signe d'Électrification, parce que ses deux *Armures* étoient complètement modifiées en Sens contraire : & que lorsqu'elle avoit été déchargée par un Conducteur *lent* ; elle se trouvoit dans le cas de l'*Éléctrophore*, quand ses *Armures* ne sont pas encore modifiées, ou ne le sont pas complètement. D'où je conclus ; qu'en appliquant des *Condensateurs* aux deux *Armures* de mon Appareil *électrophorique*, ce seroit, à quelque degré, la même chose que de les faire communiquer avec le Sol ; mais que je trouverois alors dans les *Armures A* des *Condensateurs*, les Causes des Modifications de celles de l'*Éléctrophore* : ou qu'avec un seul *Condensateur*, je pourrois voir séparément, la Cause de la Modification de celle des *Armures* de l'*Éléctrophore* à laquelle je l'appliquerois. Cette Expérience réussit, & je vais en indiquer la Marche générale.

319. Si l'on fait communiquer l'*Armure* du côté *positif* de l'*Éléctrophore*, à l'*Armure A* du *Condensateur*, tandis que l'*Armure B* de celui-ci communique au Sol ; & qu'alors on touche l'*Armure* du côté *néгатif* de l'*Éléctrophore* ; l'*Armure* du côté *positif* de celui-ci perd bien (comme à l'ordinaire) une partie de son *Fluide électrique* ;

*électrique* ; mais il ne s'écoule pas dans le Sol, on le retrouve dans l'*Armure A* du *Condensateur*. Si c'est à l'*Armure* du côté *néгатif* de l'*Électrophore*, qu'on fait communiquer l'*Armure A* du *Condensateur*, en même tems qu'on touche l'*Armure* du côté *positif* du premier ; son *Armure* du côté *néгатif* reçoit bien aussi du *Fluide électrique* comme à l'ordinaire ; mais ce n'est pas du Sol, c'est de l'*Armure A* du *Condensateur*. Il y a beaucoup de nuances dans cette marche, suivant l'état des deux Appareils ; mais elles ne sont pas bien importantes à la connoissance de la Marche générale.

320. L'Appareil que M. VOLTA a nommé *Conservateur d'Électricité*, est le même que je viens de décrire sous le nom de *Condensateur*, & il opère par la même Cause. Puisque son *Armure A*, en contact avec l'Appareil, pouvoit contenir une assez grande quantité de *Fluide électrique*, sans en donner presque aucun signe à l'*Électromètre*, on comprend bien ; que si l'on charge immédiatement cette *Armure* par quelque autre Source, & qu'on l'amène en contact avec le *Condensateur*, le Signe de son Électrification s'affoiblira au point où il étoit dans le cas précédent. Or j'ai dit ci-devant ; que l'*Électromètre* marque, non la quantité du *Fluide élec-*

*trique* contenu dans le Corps auquel il appartient, mais le degré de *Force expansive* de ce *Fluide*. Un foible Signe à l'*Électromètre*, marque donc, peu de *Force expansive* ; & c'est de là que procède le Phénomène particulier de l'Appareil, considéré comme *Conservateur* : c'est-à-dire, qu'on peut *toucher* plusieurs fois l'*Armure A*, sans lui enlever tout l'excès de *Fluide électrique* qu'elle possède comparativement au Sol. Car le retour du *Fluide électrique* qu'a perdu la *Lame lentement-conductrice*, est nécessairement *lent* ; & comme ce n'est que par le *Fluide différent* qu'il apporte à son retour, que peut renaître la *Force expansive* du *Fluide électrique* condensé dans l'*Armure* ; chaque court Attouchement, ne peut produire qu'une partie du rétablissement de l'Équilibre absolu. C'est ce qui s'aperçoit, lorsque après chaque Attouchement, on examine séparément les diverses parties de l'Appareil ; car on trouve à chaque fois, l'*Armure A* un peu moins *positive*, & le reste de l'Appareil un peu moins *négatif*. Sans cet Appareil, l'Attouchement le plus court auroit entièrement déchargé l'*Armure A*.

321. Je viens de rassembler dans cette Section, le résumé d'un assez gros Volume d'Expériences & de Remarques sur ces trois Appa-

reils de M. VOLTA. Mais si ce long travail étoit nécessaire pour fixer mes Idées, il ne l'est pas pour en démontrer les fondemens par les Phénomènes généraux; parce qu'ils auront toujours lieu, dans les Circonstances que j'ai indiquées. Les changemens de Circonstances, produisent des variétés; quelquefois même ces variétés sont embarrassantes. Il faut alors former des conjectures, tenter des Expériences, les varier; ce qui allonge le Journal d'un Observateur, mais ne peut intéresser que les Amateurs bien zélés de la Physique. Il me suffira donc de dire à cet égard, que tout l'ensemble de ces Expériences appuie le Systême que j'ai établi.

## SECTION V.

### *Des Influences électriques en général.*

322. **L**ES Phénomènes que j'ai décrits dans les deux Sections précédentes, appartiennent à la Classe générale des *Influences électriques*; mais comme ils sont modifiés par les Propriétés particulières des Substances *non-conductrices* & *lentement-conductrices*, j'ai cru devoir les examiner séparément; pour ne pas interrompre, par l'explication de leurs Circonstances parti-



culières, le développement des Causes générales, auquel je viens maintenant.

323. J'ai dit d'entrée; que la grande *Loi* qui distingue la Théorie de M. VOLTA, d'avec toutes celles qu'on avoit formées avant lui sur les *Influences électriques*; est l'Action *réci-proque* des Conducteurs différemment électrisés. Ainsi par exemple, quand un Conducteur qui a plus de *Fluide électrique* que le Sol; c'est-à-dire, qui est dans l'état nommé *positif*; a fait écouler dans le Sol une partie du *Fluide électrique* qui appartenoit à un Corps voisin; il éprouve lui-même, par une diminution sensible dans la *Force expansive* de son *Fluide*, la Modification qu'il a produite dans l'autre Conducteur: tellement que la même Source, qui n'avoit pu auparavant lui transmettre plus de *Fluide électrique*, peut alors lui en donner une nouvelle quantité; & que cette accumulation se manifeste, lorsqu'on vient à retirer le Conducteur devenu *négatif*. La même Cause agit inversement, si le Conducteur immédiatement modifié, a été mis dans l'état *négatif*.

324. Tandis que M. VOLTA s'occupoit de ces *Influences réciproques* des Conducteurs différemment électrisés, & qu'il en appliquoit les con-

séquences aux Phénomènes que j'ai déjà décrits ; Mylord MAHON(\*) étudioit les changemens qu'un Conducteur *électrisé* fait subir *aux différentes parties* d'un même Conducteur isolé qui se trouve sous son influence ; & il avoit trouvé :  
“ Que si l'on présente au *Premier Conducteur*  
“ d'une Machine électrique, un Conducteur  
“ long, isolé, & placé sur une même ligne  
“ avec lui ; durant le tems de son Influence,  
“ l'extrémité du *Second Conducteur* la plus voisine de lui, est *négative* ; que l'extrémité opposée est *positive* ; & qu'il y a un certain point intermédiaire, où l'état de ce Conducteur n'a pas changé.” Le *Traité sur l'Électricité* de Mylord MAHON est connu ; & cette découverte, ainsi que plusieurs autres qui y sont renfermées, lui ont mérité beaucoup d'attention de la part des Électriciens.

325. Quand M. VOLTA vint dans ce Pays-ci, il connoissoit déjà cet Ouvrage de Mylord MAHON ; mais il n'admettoit pas l'interprétation qu'y donnoit son Auteur, aux Phénomènes dont il avoit tiré la Proposition ci-dessus mentionnée.

---

(\*) Aujourd'hui Mylord STANHOPE, par la mort d'un Père, qui lui avoit montré le chemin de la Science, comme celui de la Vertu,

Ces Phénomènes étoient, certains Changemens qui avoient lieu dans les Mouvements de petites Balles, promenées le long du Second Conducteur durant l'Influence du Premier ; Changemens que M. VOLTA attribuoit à l'effet immédiat de cette Influence sur les petites Balles. Et quant à l'état du Second Conducteur ; voyant, qu'en quelque partie de sa longueur qu'on le touchât alors, on en tiroit également une Étincelle ; & qu'il se trouvoit aussi également *néga-tif*, quand on faisoit cesser l'Influence du Premier Conducteur en le déchargeant ; il en concluait, au contraire de Mylord MAHON :  
 “ Que durant l'Influence du Premier Conduc-  
 “ teur, l'effet produit sur le Second, étoit de  
 “ même intensité dans toute son étendue ; c'est-  
 “ à-dire, que ce Conducteur avoit par-tout un  
 “ même *état électrique*.”

326. Ce fut dans ce même tems-là que je repris ces Expériences ; & dès que je m'y fus de nouveau familiarisé, un de mes premiers plans fut, d'éclaircir l'objet de la controverse entre Mylord MAHON & M. VOLTA ; car elle me parut tenir à la nature même du *Fluide élec-trique*. Plus je fis d'Expériences pour analyser cette classe de Phénomènes, plus elle me parut importante ; c'est par elle, comme pour elle,

que j'étudiai avec le plus d'intérêt les *Mouvements électriques*, & que je les employai à la construction d'un *Électromètre* comparable; & c'est en m'attachant fortement à la suivre dans la variété de ses Phénomènes, que j'ai déterminé les différentes parties de mon Système sur le *Fluide électrique*, dont je n'avois entrevu que quelques premières bases dans la Théorie de M. VOLTA.

327. Le premier fruit que je tirai de ces recherches, fut la solution du Problème électrique qui divisoit Mylord MAHON & M. VOLTA; ayant reconnu, que leurs différentes manières de voir, provenoient de ce qu'ils considéroient l'objet par des faces différentes. Mylord MAHON ne s'attachoit qu'aux *Mouvements électriques*; M. VOLTA ne considéroit que le *Transport* du *Fluide électrique* même, du Second Conducateur, aux Corps qu'on en approchoit assez pour exciter une Étincelle. Mais ces Phénomènes sont de deux espèces très-différentes: les premiers suivent les Loix des *densités* du *Fluide électrique*; les derniers suivent celles de sa *force expansive*; par où ils ne sont point nécessairement proportionnels entr'eux, & ne le sont même que rarement.

328. Voici donc à quoi revient la Proposition de Mylord MAHON. “ Quand un Conducateur

“ cylindrique isolé, est placé sur une même  
 “ ligne avec le *Premier Conducteur* d’une Ma-  
 “ chine électrique, de manière à éprouver son  
 “ *Influence*, mais hors de la distance à laquelle  
 “ partiroit une Étincelle ; la *densité* du *Fluide*  
 “ *électrique* propre du *Second Conducteur*, dimi-  
 “ nue à son extrémité la plus voisine du *Pre-*  
 “ *mier Conducteur*, & augmente au contraire  
 “ à l’extrémité opposée ; & il y a un point in-  
 “ termédiaire, où la *densité* du *Fluide électri-*  
 “ *que* n’éprouve aucun changement.” La Pro-  
 position différente de M. VOLTA revient à ceci.  
 “ Quand un *Second Conducteur* se trouve dans  
 “ la position décrite ci-dessus, le changement  
 “ qu’éprouve la *Force expansive* de son *Fluide*  
 “ *électrique*, est égal dans toute son étendue.”  
 Or les deux Propositions sont également vraies ;  
 & leur conciliation est l’une des conséquences  
 les plus importantes de mon Système. Entre  
 un grand nombre d’Expériences que j’ai faites,  
 sous diverses formes, pour analyser le Phéno-  
 mène dont il s’agit, je choisirai celle qui montre  
 le mieux les détails de la Théorie de M. VOLTA,  
 la preuve de la Proposition de Mylord MAHON  
 sous la forme que je viens de lui donner, &  
 l’application de mon Système à l’une & à  
 l’autre.



329. Je dois décrire avec quelque soin l'Appareil avec lequel j'ai fait ces Expériences, parce que tous les Phénomènes qu'il manifeste sont importants. Il est composé d'abord de six Disques métalliques à bord arrondi, d'environ huit pouces de diamètre, portés verticalement sur des Pieds isolans de même hauteur. Ces Disques se divisent en deux Groupes, chacune de trois ; ils sont posés sur des Planches séparées, où l'on peut leur donner entr'eux la distance convenable ; & par ces Basès communes, trois à trois, on peut écarter ou rapprocher leurs Groupes. Quatre petites Baguettes métalliques, dont les extrémités sont tournées en anneau, fixées à de petites baguettes de verre de manière à former ensemble un T, sont portées par des Pieds isolans, où l'autre extrémité de la baguette de verre entre dans une charnière. Ces Baguettes métalliques sont destinées à établir des Communications *conductrices* entre les Disques de chaque Groupe, quand l'opération l'exige : il y en a deux sur chaque Planche, & au moyen d'un Cordon de soie, on peut les appliquer aux Disques, ou les enlever, à volonté : je nommerai simplement ces Baguettes, les *Communications*. Enfin chacun des Disques a un *Électromètre* ; mais cette dernière partie de l'Appareil exige quelque détail.

330. J'ai dit dans la Section précédente, que mes *Électromètres* n'indiquent point la quantité de la *Matière électrique* qui fait l'*excès* ou le *défaut* d'un Conducteur *électrisé*, ni par conséquent l'augmentation ou diminution de la *densité* de son *Fluide électrique* ; mais seulement les Modifications qu'éprouve la *Force expansive* de ce *Fluide*. Cependant la nature de ces *Électromètres* est la même que celle des *Électroscopes* ordinaires ; ce sont des Balles librement suspendues, qui s'écartent par l'une & l'autre des deux espèces d'*Électrifications*, & qui par conséquent ressemblent en cela, ainsi que dans la Cause immédiate de leur Mouvement, aux petites Balles qu'employoit Mylord MAHON. Or je regarde cette Cause, comme étant la *Matière électrique* seule ; c'est-à-dire qu'elle n'a aucun rapport à la *Force expansive* du *Fluide électrique* contenu dans ces Balles : ce qui semble d'abord contradictoire avec ce que j'ai dit ci-dessus du vrai Langage de ces *Électromètres*, qui est au contraire ; de n'indiquer que les différences de *Force expansive* du *Fluide électrique* dans les Corps auxquels ils appartiennent. Mais cette contradiction apparente sera levée, par ce que je vais dire, de ces Instrumens & de leurs rapports avec les Corps dont ils doivent marquer le degré d'*Électrification*.

331. Ces *Électromètres* sont portés par des Pieds isolans, séparés & indépendans du reste de l'Appareil. Ils ont de petits Conducteurs, assez longs pour qu'en les appliquant latéralement aux Disques, les Balles n'éprouvent pas sensiblement l'*Influence* de ceux-ci. Ces petits Conducteurs, fort minces, se terminent en une boucle, pour que les *Électromètres* puissent garder leur état électrique quand on vient à les séparer des Disques. C'est donc une des conditions de ces *Électromètres* ; que ni les Disques auxquels ils appartiennent, ni les Disques voisins, n'aient aucune *Influence* sur leurs Balles : mais comme pour prévenir entièrement cette *Influence*, il faudroit donner à leurs petits Conducteurs une longueur incommode, on supplée par une correction, à ce qu'il s'en faut que la condition ne soit absolument accomplie. Cette correction, qui n'est nécessaire que dans les Expériences délicates, consiste ; à retirer l'*Électromètre* à quelque distance du Corps, dans l'état où il a été mis par celui-ci, & à observer la quantité dont son indication change. Cette quantité, qui est l'effet de l'*Influence* du Corps, ou de toute autre partie d'un Appareil, sur les Balles mêmes, est toujours à ajouter à l'Indication des Balles dans leur situation précédente. Car l'*Influence* d'un Corps sur les Balles de son

*Électromètre*, est toujours un obstacle à l'Effet dont je vais maintenant parler.

332. Je suppose d'abord le cas où le Corps auquel appartient un tel *Électromètre* est électrisé *positivement*, soit par une augmentation dans la quantité de son *Fluide électrique*, soit seulement par une augmentation dans la *Force expansive* de ce *Fluide*. Dès que les Balles sont supposées hors de toute Influence, la seule cause de leur divergence, est une quantité de *Fluide électrique* qui leur passe du Corps électrisé. Or il ne peut leur en passer, qu'à proportion de sa *Force expansive* dans le Corps auquel elles servent d'*Électromètre*. Si ce Corps venoit à recevoir du *Fluide électrique*, mais qu'en même tems un Corps *négatif* voisin lui enlevât du *Fluide différent* en même proportion, il ne se feroit pas de mouvement dans les Balles; parce que la *Force expansive* du *Fluide électrique* n'auroit pas changé dans le Corps. D'où résulte, que quoique tout *Mouvement électrique*, & ainsi celui de nos Balles, n'ait immédiatement de rapport qu'aux quantités de *Matière électrique*, soit aux *Densités* du *Fluide électrique*; ce que je prouverai directement dans une des Sections suivantes; quand les *Électromètres* de l'Appareil sont dans la situation que j'ai décrite.

ci-dessus, ils ne se meuvent que par les changemens de *Force expansive* du *Fluide électrique* dans les Disques auxquels ils appartiennent, quelle que soit la cause de ces changemens.

333. Dans les Expériences sur ces deux Groupes de Disques, je n'agis immédiatement que sur l'un des deux, & l'autre est mis sous son *Influence*. Les deux Groupes sont alors sur une même ligne; les plans des Disques coupent cette ligne à angle droit, & leurs Électromètres sont placés latéralement dans ces mêmes plans. Pour distinguer, tant ces Groupes, que chacun de leurs Disques, je nommerai A & a les Disques des deux Groupes qui sont les plus voisins dans cette position, B & b ceux qui sont les plus éloignés, & C & c les Disques du milieu de chaque Groupe. Ainsi l'ordre des six Disques, placés sur une même ligne, sera; B, C, A : a, c, b : les Lettres Majuscules représentant le Groupe que j'*électrise* immédiatement, & les petites Lettres celui sur lequel s'exercera son *Influence*.

334. Dans la première Expérience dont je vais parler, il ne s'agira encore que du premier de ces Groupes; parce que sa simple *Électrification* renferme déjà des circonstances très-remar-



quables. Les *Communications* étant posées entre les Disques de ce Groupe, je le touche, dans quelque partie que ce soit, avec le Bouton d'une Bouteille de Leyde chargée : & aussi-tôt les trois *Électromètres* divergent également ; manquant ainsi une augmentation égale de *Force expansive* dans le *Fluide électrique* des trois Disques. Ce Phénomène, tout simple qu'il paroît d'abord, est fort éloigné de l'être : car il présente déjà lui seul le Problème que je dois résoudre ; en ce que la *Densité* du *Fluide électrique* n'a pas un même rapport avec sa *Force expansive* dans toutes les parties de ce Groupe. J'enlève les *Communications conductrices*, & j'éloigne les Disques les uns des autres : tous les *Électromètres* baissent ; mais celui du Disque C baisse plus que ceux des Disques A & B. On voit donc, par ce Mouvement des *Électromètres*, que la *Force expansive* du *Fluide électrique* des trois Disques devoit quelque chose à leur position dans le Groupe ; mais que celle du Disque C lui devoit plus que celle des deux autres : tel est le Phénomène à expliquer.

335. Dès que ce Groupe a reçu la nouvelle quantité de *Fluide électrique* que lui a communiqué la Bouteille, l'*Air* voisin lui enlève une partie de son nouveau *Fluide déférent* : par

où, si cet *Air* n'est mêlé que de peu de *Vapeurs aqueuses* (comme je le supposerai toujours) son pouvoir de changer l'état du Groupe se trouve diminué. Car le *Fluide déférent* qu'il a reçu, donne à son propre *Fluide électrique* une plus grande faculté de résister à en recevoir de nouveau ; en même tems que le *Fluide électrique* du Groupe, ayant perdu ce *Fluide déférent*, a moins de pouvoir pour se transmettre. Il s'établit donc un Équilibre entre l'*Air* ambiant & le Groupe ; dans lequel celui-ci, ayant plus de *Matière électrique* que l'*Air*, conserve plus de *Fluide déférent* qu'il ne lui en transmet : & tant que le même rapport règne, entre les quantités proportionnelles de *Matière électrique* du Groupe & de l'*Air* ambiant, & qu'aucun Corps plus dense que l'*Air* ne vient dans leur voisinage, cet Équilibre reste le même, & il contribue à déterminer la *Force expansive* générale du *Fluide électrique* dans le Groupe.

336. Mais les trois Disques ne contribuent pas également à fournir à l'*Air* ce *Fluide déférent* qu'il reçoit du Groupe. Chacun des Disques A & B, communiquant seul à l'*Air* par sa Face extérieure, supporte en entier la perte de *Fluide déférent* que fait le Groupe de

ce côté-là; au lieu que le Disque C, qui se trouve entre les deux autres, ne fournit, par chacune de ses deux Faces, que la moitié du *Fluide déférent* reçu par l'*Air* dans l'intérieur du Groupe. Le Disque C, conservant plus ainsi de son *Fluide déférent* que les deux autres, résiste plus à recevoir du *Fluide électrique*; & il en reçoit moins en effet dans la Charge; car, vu les *Communications conductrices*, l'équilibre de *Force expansive* doit s'établir dans le Groupe; & il s'y établit en effet, comme les *Electromètres* l'indiquent. Dans cet équilibre donc, le *Fluide électrique* du Disque C se trouve plus rare que celui des Disques A & B. Cet état change, quand les *Communications* sont enlevées entre les Disques & qu'ils sont mis hors de l'Influence les uns des autres. Car lorsque des Conducteurs isolés n'ont que l'*Air* pour Substance voisine, il s'établit toujours un même rapport, entre la *Densité* de leur *Fluide électrique* & sa *Force expansive*; d'où résulte en général: que les modifications qu'éprouve un Conducteur dans la *densité* de son *Fluide électrique*, par certaines associations avec d'autres Conducteurs, se manifestent lorsqu'il est retiré de leur Influence. C'est ce que j'avois renvoyé d'expliquer jusqu'ici.

337. Quand les Disques A & B, tirés du voisinage du Disque C & l'un de l'autre, viennent ainsi à fournir seuls du *Fluide déférent* à l'Air; ils en perdent une nouvelle quantité par leur Face qui auparavant étoit voisine du Disque C; car celui-ci en fournissoit sa portion de ce côté-là. Le *Fluide électrique* de ces deux Disques perd donc un peu plus de sa *Force expansive*; par où leurs *Electromètres* baissent. Mais le Disque C éprouve de son côté une double perte pareille: car dans le Groupe, il ne fournissoit, par chacune de ses deux Faces, que la moitié du *Fluide déférent* que recevoit l'Air; & maintenant il le fournit en entier: voilà donc pourquoi son *Electromètre* baisse plus que ceux des deux autres. Mais si l'on ramène ces trois Disques à la distance où ils étoient auparavant, sans même rétablir les *Communications conductrices*, les trois *Electromètres* s'élèvent, & celui du Disque C plus que les deux autres; parce que la même *économie de Fluide déférent* a lieu de nouveau quant à la portion de ce *Fluide* que doit avoir l'Air, & que le Disque C en profite plus que les deux autres. Si les trois *Electromètres* ne sont plus entièrement d'accord; comme cela arrive ordinairement, par quelque inégalité dans les pertes qu'ils ont faites de *Fluide électrique*; en rétablissant les Com-

*munications*, l'équilibre entier se rétablit. Je reprendrai le sujet de ces Modifications que produit l'*Air* dans la quantité de *Fluide différent* des Corps qu'il environne, après avoir décrit les autres Phénomènes qui en résultent.

338. Les dissipations du *Fluide électrique* même, durant ces Expériences, sont une circonstance inévitable, qui embarrasse beaucoup jusqu'à ce qu'on se soit accoutumé à y avoir égard. Quoique le *Fluide différent* cédé à l'*Air* par les Conducteurs chargés, diminue doublement son pouvoir pour leur enlever de la *Matière électrique*; chacune de ses Particules qui vient en contact, leur enlève une portion de leur excédent; par où enfin ils le perdent en entier. Quoique l'*Air* soit *non-conducteur*, il peut, comme toutes les Substances de sa Classe, recevoir de la *Matière électrique* au contact; & c'est lui, bien plus qu'une imperfection de Faculté *non-conductrice* dans les Corps que nous employons pour *isoler* les Conducteurs, qui ne permet pas à ceux-ci de conserver long-tems un état différent du sien. On le voit par les *Pointes* fixées aux Conducteurs; car si ces *Pointes* communiquent avec l'*Air*, on ne sauroit *électrifier* les Conducteurs dans aucun des sens: l'*Air*, - arrivant Particule à Particule vers les



*Pointes*, qui ne peuvent lui céder ou lui enlever assez de *Fluide déférent* pour affoiblir son effet, modifie bientôt par elles les Corps auxquels elles sont fixées. Tandis que si ces *Pointes* viennent s'appuyer contre le support isolant d'un Conducteur, elles ne produisent qu'un effet insensible : elles modifient sans doute la partie du support qu'elles touchent ; mais cette partie ne *fuyant* pas comme l'*Air*, l'effet se borne sensiblement à ce point.

339. Je charge de nouveau le Groupe B, C, A ; ce qui fait diverger également ses *Electromètres* ; puis j'approche lentement le Groupe *a, c, b*. Dès que celui-ci commence à éprouver l'*Influence* du premier Groupe, ses *Electromètres* l'indiquent ; & quoique cette *Influence* ne se porte encore immédiatement que sur le Disque *a*, les trois *Electromètres* divergent également : & de même, quoique le Disque A seul exerce cette *Influence*, la divergence diminue également dans les trois *Electromètres* de son Groupe. Ces effets opposés s'agrandissent, à mesure que les deux Groupes s'approchent ; & toujours leurs *Electromètres* respectifs marchent d'un même pas. Voilà donc la Proposition de M. VOLTA, relative au Phénomène de Mylord MAHON, vérifiée sous la forme à la-

quelle je l'ai réduite, favoir ; “ que quand un  
 “ Conducteur chargé, modifie un Conducteur  
 “ voisin, la *Force expansive* du *Fluide électrique*.  
 “ de ce dernier, change également dans toute  
 “ son étendue :” ce qui se prouve clairement ;  
 par le Mouvement toujours égal, des *Electro-*  
*mètres* placés aux trois parties distinctes du  
 Groupe *a, c, b* ; & réciproquement de ceux  
 du Groupe *B, C, A*. Sa Théorie générale  
 sur les *Influences électriques* se démontre aussi  
 très-clairement par cette même Expérience, en  
 la poussant plus loin. Car lorsque la *Bouteille*  
 avoit chargé le Groupe *B, C, A* séparé de  
 l'autre, le *Fluide électrique* étoit arrivé dans ce  
 Groupe au même degré de *Force expansive*  
 que celui de la Source ; par où la charge du  
 Groupe étoit arrivée à son *Maximum*. Mais lors-  
 que le voisinage du Groupe *a, c, b* a produit une  
 diminution dans la *Force expansive* de ce *Fluide*  
*électrique* reçu par le Groupe *B, C, A*, la *Bou-*  
*teille* peut donner à celui-ci une nouvelle quantité  
 de *Fluide électrique* ; ce qui augmente aussi-tôt la  
 divergence dans les six *Electromètres*. Si alors  
 on touche le Groupe *a, c, b*, il fournit une  
 Etincelle, & la *Force expansive* de son *Fluide*  
*électrique* se met en équilibre avec le Sol : &  
 quoiqu'il aît perdu ainsi une partie de sa *Matière*  
*électrique*, & soit devenu réellement *négatif*, ses

Electromètres sont réduits simplement au *Repos*. Alors aussi le Divergence diminue proportionnellement dans les Electromètres du Groupe B, C, A ; parce que la *Force expansive* de son *Fluide électrique* éprouve une nouvelle diminution ; & la *Bouteille* peut faire une seconde addition à la première quantité qu'elle lui en avoit fournie. Mettant ainsi successivement en communication, le Groupe *a, c, b* avec le Sol, & le Groupe B, C, A avec la *Bouteille*, on arrive enfin au *Maximum* d'Effet de leur position respective : & alors, si l'on sépare les deux Groupes, le dernier lancera des *Aigrettes*, & restera encore aussi chargé qu'il peut l'être par la *Bouteille* dans cette position ; & toute cette quantité de *Fluide électrique* dissipée par les *Aigrettes*, se trouvera manquer au Groupe *a, c, b*. En cet état, les six *Electromètres* divergeront beaucoup dans les deux Groupes, par les causes contraires ; & ils divergeront également dans chaque Groupe. Ainsi dans toutes les périodes de cette suite d'Effets, la *Force expansive* du *Fluide électrique* reste la même dans toutes les parties des deux Groupes, malgré des différences de *Densité*, auxquelles je viens maintenant.

340. Dans un Fluide dont l'*Action expansive* dépend, non-seulement de sa *quantité* dans

un même Espace, mais encore de quelque Cause qui peut faire varier son degré de *Faculté expansive* ; la connoissance de son degré actuel d'*Action expansive*, ne suffit pas pour connoître son degré de *densité*. Ainsi par exemple : si l'on introduit des *Vapeurs aqueuses* dans un Vase clos, en observant l'effet qui en résulte sur le *Manomètre* ; la connoissance, acquise par ce moyen, de l'*Action expansive* exercée par ces *Vapeurs* dans le Vase, ne suffit pas pour connoître leur *Densité* ; il faut de plus une observation du *Thermomètre*. Car avec ce même degré donné de *Force expansive*, les *Vapeurs* qui l'exercent seront d'autant moins *denses*, que leur quantité de *Feu* sera plus grande. Or il en est de même du *Fluide électrique*. Le degré de *Force expansive* qu'il exerce dans un Conducteur ; degré indiqué par l'*Electromètre* ; n'est qu'une des Données nécessaires pour connoître sa *Densité* ; il faut de plus découvrir, par les circonstances de la position de ce Conducteur, quelle quantité de *Fluide différent* possède son *Fluide électrique*, tant en totalité, que dans ses différentes parties : car ce dernier *Fluide* y sera d'autant moins *dense*, qu'il y possédera plus de *Fluide différent*.

341. C'est sous ce point de vue, que les Expériences dont je parle démontrent aussi la



Proposition de Mylord MAHON, dans les termes du moins où je l'ai réduite. Car avec même degré de *Force expansive* du *Fluide électrique* dans les trois Disques du Groupe *a, c, b*, durant l'Influence de l'autre Groupe, il y a une différence sensible dans sa *Densité* : elle est plus grande dans le Disque *b* que dans les deux autres, & moindre dans le Disque *a*. Quant au Disque *c*, s'il a été placé convenablement, relativement à l'autre Groupe, la *Densité* de son *Fluide électrique* n'aura éprouvé aucun changement. C'est, dis-je, à quoi se réduit la Proposition de Mylord MAHON ; & en changeant la place du Disque *c* dans le Groupe *a, c, b*, suivant la distance, ou la Charge, de l'autre Groupe, j'ai vérifié aussi tout ce qu'Il a dit de l'effet de ces circonstances sur la place du Point où Il ne trouvoit aucun changement dans l'état de son *second* Conducteur. Ces Expériences étant très-importantes dans la Théorie des Phénomènes électriques, je vais ajouter quelques nouveaux détails à leur sujet.

342. J'ai dit ci-dessus, qu'aussi long-tems que les *Communications* restent établies entre les Disques de chaque Groupe, les Mouvements *électrométriques* sont uniformes dans chacun d'eux, quelque Modification qu'on leur fasse éprouver.



Mais malgré ce signe d'égalité constante de la *Force expansive* du *Fluide électrique* dans toutes les parties du même Groupe, le rapport de ses *Densités* varie par chacun de ces changemens. Mon Appareil me mettoit en état de vérifier cette différence dans toute la Marche du Phénomène, & je l'ai fait; de sorte que cette Classe d'Expériences a encore beaucoup d'étendue dans mon Journal: mais il suffira d'un seul Exemple, tant pour faire connoître cette Marche, que pour exposer les différentes conséquences qui en résultent à l'égard des Causes qui opèrent ces Modifications.

343. Tandis que le Groupe B, C, A, amené fort près du Groupe *a, c, b*, influe beaucoup sur celui-ci, j'enlève les deux *Communications* des Disques *a, c, b*; ce qui ne change rien encore à l'état de leurs *Electromètres*. Mais si alors j'éloigne graduellement le Groupe B, C, A, les *Electromètres a, c, b* ne varient plus également; & en voici la Cause immédiate. Quand on augmente d'une certaine quantité, la distance du Groupe B, C, A à l'autre Groupe; cette quantité est une partie aliquote différente des distances précédentes du premier à chacun des Disques *a, c, b*; elle est la plus grande à l'égard du Disque *a*, elle est moindre à l'égard du

Disque *c*, & moindre encore à l'égard du Disque *b*. Or les effets des Éloignemens successifs du Groupe B, C, A, sur la *Force expansive* du *Fluide électrique* dans ces trois Disques, suivent, pour chacun d'eux, ces Rapports de la nouvelle Distance à la Distance précédente : & comme il n'y a plus de Communication *conductrice* entr'eux, par où l'Équilibre de *Force expansive* puisse se maintenir dans le Groupe, les variations de leurs *Électromètres* respectifs, deviennent proportionnelles aux Influences du Groupe B, C, A ; par où les différences qui se trouvent dans la *Densité* de leur *Fluide électrique*, se manifestent bientôt. Voici la Marche de ces Effets.

344. Par un premier Éloignement du Groupe B, C, A, l'Électromètre *a* baisse le plus, l'Électromètre *c* baisse moins, & l'Électromètre *b* moins encore : c'est l'effet des différences de proportion dans l'augmentation des Distances. Dans cette retraite graduelle, il y a un point, où l'Électromètre *a* est réduit à 0 : à ce point donc, la *Force expansive* de son *Fluide électrique* est devenue égale à celle du *Fluide* du Sol ; ou plus immédiatement de l'Air voisin, car il peut y avoir quelque différence de son état électrique à celui du Sol. En ce moment les deux Elec-

tromètres *c* & *b* divergent encore ; mais l'Électromètre *b* plus que l'Électromètre *c*. Éloignant de nouveau le Groupe B, C, A, les Électromètres *b* & *c* continuent à descendre ; mais alors l'Électromètre *a* s'élève de nouveau. On découvre donc ainsi, que le Disque *a* est dans l'état *néгатif* ; c'est-à-dire, qu'il a perdu une portion de son *Fluide électrique* ; & que si néanmoins le Fluide restant exerçoit auparavant plus de *Force expansive* que celui du Sol, c'étoit parce qu'il recevoit du *Fluide déférent* du Groupe B, C, A, dans une plus grande proportion que celle de sa perte de *Fluide électrique*. Mais dans ce moment, la quantité de *Fluide déférent* qu'il reçoit du Groupe éloigné B, C, A, n'étant plus suffisante pour compenser cette perte, son état *néгатif* se fait appercevoir. Continuant à éloigner ce dernier Groupe, les Électromètres *a*, *c*, *b*, se fixent enfin ; & si l'Électromètre *c* se trouve alors réduit à 0, les deux autres divergent à-peu-près d'une même quantité ; l'Électromètre *a* par l'état *néгатif* de son Disque, & l'Électromètre *b* par l'état *positif* du sien. Dans ce cas donc, le *Fluide électrique* qui étoit sorti du Disque *a* durant l'Influence du Groupe B, C, A, ne s'étoit point arrêté dans le Disque *c*, mais avoit passé totalement dans le Disque *b*. Faisant alors communiquer entr'eux les Disques

*a* & *b*, on a la preuve de ce transport du *Fluide électrique* de l'un à l'autre, en ce que leurs deux Électromètres se réduisent aussi à 0.

345. On comprend bien, que dans tout ce qui précède, j'ai fait abstraction des Causes d'irrégularité qui accompagnent ces Expériences; entre lesquelles, celle qui résulte de la perte que font les deux Groupes d'une partie de leur *Fluide électrique* durant les opérations, a toujours lieu à quelque degré. Je dis les *deux* Groupes; car quoique le Groupe *a, c, b*, n'ait point reçu de *Fluide électrique*, l'augmentation de *Force expansive* qu'éprouve le sien propre durant l'Influence du Groupe B, C, A, le rend sujet à en perdre, par toutes les Causes qui lui en enlèveroient s'il en avoit reçu une quantité surabondante. Ainsi, pour peu que l'opération dure, le Groupe *a, c, b*, devient un peu *néga-tif*, comme le Groupe B, C, A perd une partie de son état *positif*; ce à quoi l'on doit avoir égard pour fixer les résultats des Expériences.

346. On voit aussi par-là, pourquoi mes Expériences électriques ont été si souvent interrompus. Car elles avoient toujours pour but de déterminer les *Loix* des Phénomènes; ce



qui exige nécessairement du tems, soit pour opérer, soit observer. Jamais je n'ai pu m'occuper avec quelque fruit de ces Expériences, que lorsqu'en même tems mon Hygromètre étoit aux environs de  $45^{\circ}$  (§ 55), & mon Thermomètre à environ  $+ 8$  ( $50^{\circ}$  de *Fabr.*); & si la *Chaleur* étoit plus grande, il falloit que l'Hygromètre fût plus bas dans une assez grande proportion. Par-là j'ai toujours été obligé d'abandonner ces Expériences vers le milieu du Printems, & jusqu'en Automne; car quoique l'Hygromètre soit quelquefois plus bas que  $45^{\circ}$ ; dans cet Intervalle, c'est rarement en proportion de ce que le Thermomètre est au-dessus de  $+ 8$ : & s'il y a quelques petits espaces de tems durant cette longue suspension, où les Expériences soient possibles; on ne peut guère en profiter, quand on les a perdu de vue pour s'occuper d'autres objets. L'Isolement des Conducteurs dans l'Atmosphère, ne tient donc pas uniquement à son degré de *Sécheresse*; degré que l'Hygromètre indique immédiatement: il tient d'abord, à la quantité des *Vapeurs aqueuses*, dont l'Hygromètre n'est qu'un des indices; & il paroît tenir à la *Chaleur* par quelque chose de plus, que comme à un autre indice de la quantité des *Vapeurs aqueuses*: car il me semble, qu'une plus grande quantité de *Feu libre* mêlé



à l'*Air* & aux *Vapeurs*, contribue à diminuer cet *Ifolement* ; comme elle diminue la Faculté *non-conductrice* dans les Substances folides qui la poffèdent au plus haut degré. On ne peut donc efpérer quelques Jours favorables de fuite, & à de petites diftances de tems, que dès le commencement de l'Automne ; & l'*Humidité* réelle vient alors à fon tour traverser les Expériences. Il faut donc bien de la conftance pour ne pas fe rebuter ; fur-tout quand on tâtonne encore ; puifque tous les Jours favorables d'une Année entière, ne produifent fouvent, que la connoiffance des défauts des Appareils & quelques Idées pour y remédier.

347. Après avoir établi les deux Propofitions, en apparence contradictoires, de MYLORD MAHON & de M. VOLTA, fur l'effet que produifent les *Influences électriques* dans un même Conducteur, je vais montrer comment mon Syftème les embraffe l'une & l'autre. Le Phénomène qui fe manifefte le premier, favoir, une égale divergence des Électromètres *a, c, b*, à l'approche du Groupe B, C, A, & la diminution simultanée qu'éprouvent, auffi également, dans la leur, les Électromètres de ce dernier Groupe ; eft l'un des effets réciproques du paffage d'une partie du *Fluide différen-*

de ce dernier Groupe, au Groupe *a, c, b* ; par où la *Force expansive* du *Fluide électrique* augmente dans celui-ci, & diminue dans l'autre. Mais le Disque *a*, comme plus voisin de l'autre Groupe, reçoit plus de son *Fluide déférent*, que n'en reçoivent les Disques *c* & *b*, & sur-tout le Disque *b* qui en est le plus éloigné : & puisque cependant, une même *Force expansive* doit s'établir entre les trois Disques en communication, ce ne peut être que par le passage d'une portion du *Fluide électrique*, du Disque *a* aux deux autres ; portion dont le Disque *b* reçoit le plus, parce qu'il reçoit le moins de *Fluide déférent*, & que par conséquent la *Force expansive* de son *Fluide électrique* éprouve le moins d'augmentation. Et si le Disque *c* se trouve précisément à la distance où la quantité de *Fluide déférent* qu'il reçoit, suffit pour donner à son *Fluide électrique* le degré de *Force expansive* qu'acquiert la totalité de celui du Groupe ; il n'éprouve ni augmentation ni diminution dans sa quantité de *Matière électrique* ; celle qui abandonne le Disque *a*, passant alors toute entière au Disque *b*.

348. Il en est inversement de même, de l'état des Disques dans le Groupe B, C, A. Le Disque A, comme le plus voisin du Groupe

*a, c, b*, fournit le plus de *Fluide déférent* à celui-ci ; & le Disque B, comme le plus éloigné, lui en fournit le moins : le *Fluide électrique* de ce dernier conserve donc plus de *Force expansive* que celui des deux autres ; & par-là il s'étend vers eux : & si le Disque C se trouve à telle distance de l'autre Groupe, que la quantité de *Fluide déférent* qu'il lui fournit, laisse néanmoins son *Fluide électrique* au degré de *Force expansive* qui devient l'état uniforme de son Groupe, il ne perd ni n'acquiert du *Fluide électrique*. Dans ce Groupe donc, comme dans le Groupe *a, c, b*, quoique la *Force expansive* du *Fluide électrique* change également dans les trois Disques, la *Densité* n'y changent point également, ni même dans le même sens : elle augmente dans le Disque A, elle diminue dans le Disque B, & le Disque C est le seul où, suivant sa position, elle puisse n'éprouver aucun changement. C'est ce qu'on apperçoit aussi, quand on a enlevé les Communications de ses Disques avant que de l'éloigner de l'autre Groupe. Car la Divergence de l'Électromètre A, augmente plus, qu'elle n'avoit diminué par l'approche de l'autre Groupe ; celle de l'Électromètre C augmente à-peu-près de la quantité dont elle avoit diminué ; &

l'Électromètre B peut rester au même point où il avoit été réduit.

Il ne me reste plus à expliquer, à l'égard de ces Phénomènes, que les Effets de l'*Air* sur les deux Groupes ; mais comme c'est l'une des plus importantes de leurs Circonstances, j'en ferai l'objet d'une nouvelle Section.

FIN DE LA I<sup>re</sup> PARTIE DU TOME I.



I D É E S

S U R L A

M É T É O R O L O G I E ,

---

TOME I. SECONDE PARTIE.

---



## *E R R A T A.*

On a changé, par erreur , la suite des pages depuis l'Appendice , feuille Mm , qui devoit commencer par 545 , & qui se trouve commencer par 485.

# IDEES

SUR LA

## MÉTÉOROLOGIE,

PAR J. A. DE LUC,

*Lecteur de la Reine de la Grande-Bretagne, des  
Sociétés Royales de Londres & de Dublin, de  
l'Académie de Sienne, & Correspondant des Aca-  
démies des Sciences de Paris, de Montpellier &  
de Rotterdam.*

---

TOME I. SECONDE PARTIE.

---



A PARIS,

Chez la Veuve DUCHESNE, Libraire rue Saint-  
Jacques, près la Place de Cambray.

AVEC APPROBATION ET PRIVILÈGE DU ROI.

---

1787.



---

# S U I T E

## Du CHAPITRE III de la II<sup>e</sup> PARTIE.

### S E C T I O N VI.

*Des Effets de l'Air dans les Influences électriques. Parallèle de quelques Modifications du Fluide électrique avec les Modifications analogues du Feu.*

349. J'E vais reprendre ici l'explication que j'ai commencée dans la Section précédente, de cette partie remarquable de tous les Phénomènes des *Influences électriques*; favoir: “ que les Changemens de *Densité* du *Fluide électrique* qui sont les Effets de ces *Influences*, ne se manifestent, par des Changemens proportionnels dans sa *Force expansive*, que lorsque les *Influences* qui les ont produits ont cessé:” c'est ce qu'on a vu dans les deux *Grouppes* de la Section précédente, & dans les *Armures* de l'*Électrophore* & du *Condensateur*. Cette première Loi découle de la Cause immédiate des Phénomènes de la Classe; car la présence d'un Corps électrisé ne produit des changemens de *densité* du *Fluide électrique* dans les diverses Parties d'un système de Corps, que parce qu'elle y change inversement sa *Force expansive*. Or l'isolement subsé-

quent des Parties, tant qu'il ne consiste que dans une *cessation* de communication conductrice entr'elles, laisse tout d'ailleurs dans le même état. Mais quelle est la Cause du changement qui a lieu dans ces Parties distinctes d'un système de Corps, quand le Corps électrisé cesse d'agir sur elles ? Comment arrive-t-il, que le *Fluide électrique* exerce alors dans chacune d'elles une *Force expansive* proportionnelle à sa *densité* ? Il n'est arrivé à aucune de ces Parties d'autre changement apparent, que la cessation d'action du Corps électrisé sur elles ; par où l'on pourroit expliquer avec quelque apparence de fondement, pourquoi le *Fluide électrique* des Parties auparavant les plus voisines de ce Corps, cessent d'agir avec autant de force que lorsqu'il étoit présent : “ elles n'en reçoivent plus (diroit-on) “ *l'influence fortifiante.*” Mais comment s'accroît alors la *Force expansive* des Parties auparavant les plus éloignées du Corps électrisé ? C'est-là une question à laquelle les *Loix* simples des *Influences électriques* ne répondent qu'en répétant le Fait ; & pour laquelle il faut avoir recours à quelque Mécanisme déterminé, dont l'application à ce Phénomène fera un *Criterion*. J'ai déjà dit que cette Circonstance des Phénomènes électriques a sa Cause dans l'*Air*, qui, en général, joue un très-grand rôle dans les Phénomènes électriques.

C'est



C'est lui qui contribue le plus à rétablir l'équilibre électrique, des Substances *non-conductrices* & des Corps qu'elles isolent, avec les autres Substances, quand cet équilibre a été rompu (§ 283) : on le verra aussi contribuer aux *Mouvements électriques* ; & c'est par lui, comme je viens de le dire, qu'est produit le Phénomène qui fera l'objet principal de cette Section.

350. Je prendrai ici pour Exemple, les deux Groupes de Disques, dont j'ai exposé les Phénomènes dans la Section précédente ; & je considérerai d'abord ces Groupes, dans les momens où, soit écartés, soit voisins, leurs *Électromètres* sont fixés à certains points : ce qui semble d'abord indiquer un *Repos* des Causes. Mais j'ai déjà eu occasion de faire remarquer plusieurs fois ; qu'il n'est peut-être dans la Nature, aucun état sensiblement durable des Substances, qui soit l'effet d'un *Repos* absolu : c'est-à-dire, que celui qu'on remarque dans les Masses, est néanmoins accompagné d'une agitation perpétuelle dans les Particules, & souvent de changemens contraires, qui se compensent assez pour que nous ne les appercevions pas. Ainsi l'état de nos deux Groupes voisins de l'un de l'autre, dans lequel les *Électromètres* demeurent fixes, n'est point un état de *Repos*. Je ne parle pas même

ici de la circulation perpétuelle du *Fluide électrique*, qui est son état ordinaire sur tous les Conducteurs : je parle de l'état même des Particules individuelles de ce *Fluide* ; lequel n'est peut-être pas le même deux instans de suite pour aucune d'elles ; parce que leur état dépend toujours des circonstances où elles se trouvent, & qu'elles en changent continuellement. La composition *actuelle* du *Fluide électrique*, comme celle des *Vapeurs aqueuses* (§ 11), dépend du rapport des quantités de ses deux Ingrédients dans le lieu ; & ce rapport change sans cesse avec les circonstances, dont une des principales est, le rapport des États électriques, entre l'*Air* & chaque partie des Corps qu'il environne. Mais je ne parlerai ici que des Groupes entiers ; ou s'il s'agit des Disques considérés séparément, ce sera toujours dans leur Modification totale.

351. Je n'avois fait mention j'usqu'ici que de transports de *Fluide déférent*, du Groupe B, C, A au Groupe *a, c, b* ; mais les Additions que reçoit ainsi ce dernier, sont l'*excès* de ses *acquisitions* sur ses *pertes* simultanées : & inversement ; les Pertes absolues que fait ainsi le Groupe B, C, A d'une partie de son *Fluide déférent*, sont l'*excès* de ses *pertes* sur ses *acquisitions* simultanées ; voici comment. Aussi-tôt que le

Groupe *a, c, b* a reçu du *Fluide déférent* du Groupe B, C, A ; se trouvant par-là posséder une portion plus grande de ce *Fluide*, qu'il ne doit en avoir d'après le rapport de la quantité de sa *Matière électrique* avec celle de l'*Air* ; celui-ci lui enlève une portion de ce surplus de *Fluide déférent*. D'un autre côté ; dès que le Groupe B, C, A, a cédé ce *Fluide déférent* au Groupe *a, c, b*, & qu'il se trouve en posséder par-là une quantité moindre que celle qu'il doit en avoir à cause de son excès de *Matière électrique* relativement à l'*Air* ; celui-ci lui rend de ce *Fluide* : par où il en fait passer de nouveau au Groupe *a, c, b*. Il s'établit donc une Circulation du *Fluide déférent*, entre le *Milieu* & les Groupes ; comme il arrive à l'*Air* d'une Chambre, & aux Liquides dans les Vases, de circuler, quand quelque Cause rompt l'équilibre de leurs Colonnes ; ce que la Théorie nous apprendroit seule, quand nous ne l'appercevriens pas quelquefois par des Corps légers, flottans dans l'*Air*, ou nageans sur les Liquides. Et ce qui nous montre aussi, qu'il y a Circulation du *Fluide déférent* dans le Phénomène dont je parle ; c'est le changement qui s'opère dans les *Electromètres* des Disques, soit lorsqu'on sépare simplement leurs Groupes, soit plus sensible-

ment, lorsqu'avant de les séparer, on enlève les *Communications* qui se trouvoient entre leurs Disques, & qu'on les sépare eux-mêmes. Car alors tous ceux de ces Disques, qui, dans leur position précédente, avoient toujours un *excès* de *Fluide déferent*, comparativement au rapport de leur quantité de *Matière électrique* avec celle de l'*Air*, perdent avec lui cet *excès*, sans qu'il se renouvelle; & tous ceux qui éprouvoient au contraire un *défaut* de ce *Fluide*, comparativement au même rapport, en reprennent de l'*Air*, & n'en perdent plus. Alors donc aussi les *Électromètres* viennent à indiquer la *Densité* moyenne du *Fluide électrique* dans leurs Disques respectifs; parce que sa *Force expansive*, qu'ils indiquent immédiatement, lui devient proportionnelle: ce qui n'a jamais lieu dans aucun Corps, que lorsqu'il a l'*Air* seul pour Substance environnante; & n'a lieu même sur toutes les parties d'un même Corps, que lorsqu'il est *sphérique*. C'est ce que je montrerai dans la Section suivante, où je traiterai des *Mouvements électriques* & de leur Cause immédiate.

352. Telles sont donc les Causes *mécaniques* de ces Phénomènes, qui avoient été expliqués, ou par des *Influences électriques*, en les réduisant

ainsi à de simples *Loix* comme *Causes* : ou par des *Atmosphères électriques* ; sans déterminer assez en quoi consistoient ces *Atmosphères* ; sur-tout, sans suivre d'assez près, les effets nécessaires des *Atmosphères* définies, & leurs rapports avec les Phénomènes. J'ai été aussi précis qu'il m'a été possible dans l'exposition de mon *Système* à cet égard, pour qu'on puisse mieux examiner, & la nature des *Causes* supposées, & le rapport de leurs effets nécessaires avec les *Faits* ; & je continuerai à montrer ce rapport dans les autres Phénomènes qui me restent à expliquer.

353. Avant que de quitter l'objet général des *Influences électriques*, je dois faire observer l'analogie des Phénomènes de cette Classe, avec les Effets que j'ai attribués à la *Lumière* dans la production de la *Chaleur*. Tout ce que j'ai exposé à l'égard de l'*Électromètre* dans ces dernières Sections, se rapporte exactement à ce que j'ai dit du *Thermomètre* en traitant de la *Chaleur*, & du *Manomètre* en parlant de l'Action mécanique des *Vapeurs aqueuses* (§ 340) : chacun de ces Instrumens, veux-je dire, n'indique que le degré actuel de *Force expansive* du Fluide qui le concerne, & par conséquent ne nous apprend rien immédiatement sur sa *Densité*. En réunissant ces trois Fluides dans une même Classe,



je leur ai assigné pour caractère commun, d'être composés de deux Ingrédients foiblement unis, dont l'un ; savoir le *Fluide déférent* spécifique ; qui est la cause immédiate du Mouvement des Particules de ces Fluides, leur en communique d'autant plus, qu'il est plus abondant. Désignant ensuite ces *Fluides déférens* d'après les Phénomènes, & ayant montré que le *Feu* étoit le *Fluide déférent* des *Vapeurs aqueuses*, j'ai assigné, par analogie, la *Lumière* pour *Fluide déférent* au *Feu*. Et comme plus de *Feu* donne plus de *Force expansive* aux *Vapeurs aqueuses*, j'en ai conclu ; que plus de *Lumière* donne plus de *Force expansive* au *Feu* : par où j'ai expliqué une partie de l'influence des *Rayons Solaires* sur la *Chaleur*. Mais nous ne pouvons suivre une même Masse de *Feu* dans ses Modifications ; parce que le *Feu* suit ou revient trop promptement, quand il tend plus ou moins à s'étendre ; & par conséquent on ne peut démontrer immédiatement, ni déterminer avec certitude, cette partie des effets de la *Lumière*, qui consiste à donner plus de *Force expansive* au *Feu*. C'est ce que j'ai déjà fait remarquer en terminant la Section qui traite du *Feu* ; mais en annonçant en même tems (§ 151), que j'ajouterois à l'exemple déjà donné, de semblables Modifications dans les *Vapeurs aqueuses*, un nouvel exemple tiré, “ d'une

“ autre Espèce de *Vapeur*, plus active à quelques  
 “ égards que le *Feu*, & qui cependant peut  
 “ être contenue comme les *Vapeurs aqueuses*, &  
 “ être ainsi soumise à l'Expérience ; savoir le  
 “ *Fluide électrique*.” Or je crois avoir rempli cet  
 engagement, en faisant voir : que lorsqu'une  
 même Masse de *Fluide électrique*, possédée par  
 un même Corps, reçoit une plus grande quan-  
 tité du *Fluide déferent* de son Espèce ; il en  
 résulte les mêmes effets sur sa *Force expansive*,  
 que si l'on eût augmenté la quantité même du  
*Fluide électrique*. Il n'y a donc de différence à  
 cet égard, entre le *Feu* & le *Fluide électrique*,  
 que dans la rapidité des Phénomènes analogues.  
 Mais il y a déjà la même différence entre le  
*Fluide électrique* & les *Vapeurs aqueuses* ; & dans  
 ces dernières, les Modifications dont je parle  
 sont évidentes. Ainsi la différence de rapidité  
 dans ces Phénomènes, n'indique point une dif-  
 férence dans le genre de leurs Causes.

354. Je pourrois m'étendre davantage sur ce  
 sujet, & montrer en particulier, une source de  
 différence dans la rapidité des Modifications du  
*Feu* & du *Fluide électrique*, qui résulte de cette  
 circonstance ; savoir : que le *Feu* pénètre les  
 Corps, & qu'ainsi ses Modifications affectent  
 toute leur Masse ; tellement que ce Fluide ne

peut être modifié qu'au bout d'un certain tems par les Causes extérieures ; sur-tout, par la lenteur de son Mouvement progressif : tandis que, par quelque Cause que le *Fluide électrique* soit modifié, tout se passe comme si ces Modifications n'avoient lieu qu'à la Surface des Corps. Mais cette discussion me mèneroit trop loin ; & d'ailleurs ce n'est pas ici que je me propose d'examiner, si le *Fluide électrique* pénètre les Corps. Je vais donc passer maintenant aux *Mouvements électriques*, qui aideront encore à établir, par des Exemples évidens, les Modifications que les Fluides de la Classe des *Vapeurs* éprouvent dans leur *Force expansive*, par la seule différence de quantité de leurs *Fluides différens* respectifs.

## SECTION VII.

*Des Mouvements électriques.*

355. ON nomme communément *Attractions* & *Répulsions*, les Mouvements des Corps *électrisés* libres, qui, tantôt s'approchent, tantôt s'écartent mutuellement. J'emploierois ces expressions d'usage, si tous les Physiciens les prenoient dans un sens figuré : mais comme plusieurs les emploient dans un sens qu'ils regardent comme propre ; y attachant l'Idée de *Cause* ; je les

éviterai, & je nommerai seulement *Tendances* à s'approcher ou à s'écarter, ce qu'on désigne par *Attraction* & *Répulsion*. Je regarde ces *Tendances*, comme les Effets d'une Cause qui agit toujours par *Impulsion*; la même que celle d'où résultent médiatement toutes les *Affinités*. Mais il ne s'agira pas ici de cette Cause; je veux exposer seulement, les circonstances dans lesquelles elle produit les *Mouvements électriques*; pour déduire ensuite de ces circonstances, les Causes immédiates de ces *Mouvements*.

356. En déterminant les *Différences* spécifiques du *Fluide électrique* & des *Vapeurs aqueuses*, j'ai indiqué les *Tendances* particulières des deux Ingrédients qui composent la première de ces *Vapeurs*; & de ces mêmes déterminations, d'où sont déjà découlés les Phénomènes que j'ai expliqués jusqu'ici, découleront encore les *Loix* des *Mouvements électriques*; dont la première, & qu'on peut regarder comme fondamentale, est: " que les Corps libres *électrisés*, ne se meu-  
 " vent, qu'en raison des quantités de la Ma-  
 " tière *électrique* seule; c'est-à-dire, en raison  
 " des *Densités* du *Fluide électrique*, & non de  
 " ses degrés de *Force expansive*." Ainsi; quoi-  
 que le *Fluide différent* soit la Cause de la distri-  
 bution de la *Matière électrique* dans les Corps;



& qu'ainsi ce soit lui, qui achemine tous les *Mouvements électriques* ; il n'y entre pour rien de sensible par sa présence ou absence dans les Corps mobiles. Car c'est par un certain degré de résistance à quitter les Corps auxquels elle appartient, qu'une Substance peut les entraîner pour suivre ses *Tendances* ; & le *Fluide déférent électrique* se sépare sans effort de ceux à qui il appartient, dès qu'il y est déterminé suivant les Loix de son équilibre.

357. C'est donc par la raison contraire, que la *Matière électrique* est une Cause de *Mouvement* dans les Corps électrisés. Lorsqu'elle appartient à quelque Corps, elle résiste à s'en séparer : ainsi, quoiqu'elle continue à tendre vers les autres Corps qui en possèdent moins, c'est plus faiblement, suivant quelque rapport avec leur distance. Et comme toute *Tendance* est réciproque ; les Corps qui ont le moins de *Matière électrique*, tendent réciproquement vers ceux qui en ont le plus. Ne considérant donc encore que cette Cause générale, il est évident ; “ que si l'Effort né-  
“ cessaire pour déplacer deux Masses de Substan-  
“ ces qui diffèrent en quantité de *Matière élec-*  
“ *trique* (ou l'une des deux Masses), est moin-  
“ dre que l'une & l'autre de ces deux quanti-  
“ tés, savoir ; le degré de force avec lequel la



“ *Matière électrique* tend à rester à la Masse qui  
“ en a le plus, & la *Tendance* des deux Masses  
“ l’une vers l’autre, produite par ce manque  
“ d’équilibre de la *Matière électrique* entr’elles ;  
“ les deux Masses alors se mouvront l’une vers  
“ l’autre (ou l’un des deux se mouvra dans ce  
“ sens).” Je m’explique par une comparaison.  
Les Corps *électrisés* qui se meuvent, sont ordi-  
nairement des espèces de *Pendules*. Je suppose  
donc un gros *Pendule*, que je veux tirer de la  
perpendiculaire au moyen d’une Corde. Il faut  
d’abord sans doute, que l’Effort nécessaire pour  
l’en tirer, soit moindre que celui qui romproit  
la Corde ; car autrement elle se romproit ; il  
faut aussi que cet Effort soit moindre que ma  
Force ; car sans cela je ne pourrois mouvoir le  
Pendule. Or la *Corde* représente ici, la *Tendance*  
de la *Matière électrique* à rester unie à la Masse  
de Substance qui en a le plus ; & ma *Force*,  
représente la *Tendance* des deux Masses de  
Substance à s’approcher l’une de l’autre à  
cause du manque d’équilibre dans leur quantité  
de *Matière électrique*. Lors donc que ces *Ten-*  
*dances* seront l’une & l’autre, plu fortes que  
la résistance des Corps à se mouvoir, ils se mou-  
vront. On verra comment cette Cause agit  
pour produire les *Mouvements électriques*, en  
comprenant l’*Air* au nombre des Substances

qui y sont soumises. Mais auparavant je dois rappeler les Loix de ces *Mouvements* dans les Corps sensibles, & montrer par les Phénomènes, qu'ils sont liés uniquement aux quantités de *Matière électrique* que possèdent les Corps.

358. Les *Loix* connues des *Mouvements électriques* dans les Corps sensibles, sont celles-ci.  
 “ Les Corps, libres de se mouvoir, qui sont  
 “ dans un même état électrique que le *Milieu*  
 “ qui les environne, restent en repos. S'ils  
 “ sont tirés de cet état en sens contraire ; l'un  
 “ devenant ainsi *positif* & l'autre *négatif* ; ils  
 “ s'*approchent* l'un de l'autre. S'ils deviennent  
 “ tous les deux, ou *positif*, ou *négatif*, ils  
 “ s'*écartent* l'un de l'autre. Enfin, si un seul  
 “ des deux Corps peut obéir à ces *Loix*, il se  
 “ meut seul.” J'ai donc à démontrer : que  
 ces états nommés *positif* & *négatif* ; dont l'un  
 exprime un *excès*, & l'autre un *défaut*, compara-  
 rativement à l'état du *Milieu* ; ne regardent  
 point le *Fluide électrique* complet, mais seule-  
 ment la *Matière électrique* qui en fait partie :  
 ou en d'autres termes ; qu'ils ne regardent point  
 le degré de *Force expansive* du *Fluide électrique*,  
 mais seulement son degré de *Densité*.

359. Je commençai fort à tâtons, les Expé-  
 riences par lesquelles j'entrepris de découvrir

la Cause des *Mouvements électriques*. Mes premières tentatives à cet égard, furent sur les Balles de *Moëlle* qu'on emploie ordinairement : mais aussi long-tems que je m'en servis, je ne vis rien de certain dans les résultats de mes Expériences. Néanmoins ces premiers essais ne furent pas sans fruit ; car ils me conduisirent à découvrir les Causes de l'inconstance que je voyois régner dans les résultats, & me suggérèrent les moyens d'y remédier. Je trouvai d'abord ; que lorsque ces Balles étoient suspendues par de simples Fils (de *Soie* ou de *Lin* suivant le cas), elles étoient si *volages*, qu'elles passoient souvent dans des états contraires, par les différentes positions qu'elles prenoient autour des Conducteurs. J'y remédiai, en suspendant toutes mes *Balles*, soit seules, soit par Paires, à la manière de celle de l'*Électroscope* à Cadran de M. HENLEY ; c'est-à-dire, par des Baguettes inflexibles, pendant librement sur un Axe. Les Balles ne pouvant ainsi se mouvoir que dans des plans déterminés, je pus déterminer aussi l'*Influence* qu'elles éprouvoient. Un autre défaut de ces Balles, qui me traversa long-tems sans que j'y fissé attention, vient de la raison même pour laquelle on les emploie ; savoir, la porosité de leur Substances, qui les rend très-légères. Mais il en résulte ; que les Conduc-

teurs auxquels elles sont appliquées, ne peuvent jamais conserver que des degrés très-foibles d'*Électrification* : car elles transmettent très-aisément le *Fluide électrique* à l'*Air*, ou en reprennent de lui, par les petites lames qui servent de Cloisons à leurs Pores. Je ne pus donc faire avec certitude aucune Expérience de quelque durée, que lorsque j'eus substitué aux Balles de *Moëlle*, des Balles *métalliques* creuses, & que j'eus donné à celles-ci une grosseur suffisante, pour qu'il ne s'y formât pas plus tôt des *Aigrettes*, qu'aux Conducteurs auxquels elles étoient appliquées. C'est donc avec des *Électroscopes* de cette sorte, que je repris toutes les Expériences qui m'avoient conduit à en connoître la nécessité. Je vais rapporter maintenant celles de ces Expériences qui montrent le plus clairement la Cause immédiate des *Mouvements électriques*.

360. J'emploie deux des *Disques* que j'ai décrits dans les Sections précédentes; l'un desquels, que je nommerai A, sera *électrisé*; & l'autre, B, sera en communication avec des *Balles*, sur lesquelles se portera l'*Influence* du Disque A, en même tems que sur le Disque B. Dans la première Expérience que je vais décrire, je suppose aussi que le Disque B est *électrisé*, mais dans un sens que j'ignore. Je vois qu'il est

*électrisé*, parce qu'une Paire des *Balles* que j'ai décrites, mise en communication avec lui vis-à-vis d'une de ses Faces, se trouve *diverger*. Le moyen de découvrir par quelle *Électrification* divergent ces *Balles*, sera d'électriser le Disque A dans un sens connu, & d'observer le Mouvement qu'elles feront à son approche. Mais le côté par lequel on l'approchera du Disque B n'est pas indifférent; car, par cette approche, les *Balles* pourront se mouvoir dans les sens contraires: la Règle est donc celle-ci. Si le Disque A, présenté à celles des Faces du Disque B vis-à-vis de laquelle se trouvent les *Balles*, fait *diminuer* la Divergence de celles-ci; ou s'il la fait *augmenter* en le présentant à la Face opposée; le Disque B aura la même espèce d'*Électrification* que le Disque A: si ces Mouvements sont inversés, les *Électrifications* des Disques seront opposées.

361. Cette Expérience, à laquelle les Commencans en Électricité doivent faire beaucoup d'attention, montre déjà la Cause immédiate des *Mouvements électriques*. De quelque côté du Disque B, qu'on lui présente le Disque A (à une même distance), le changement de la *Force expansive* de son *Fluide électrique* fera le même, & uniforme dans toutes ses parties, y compris les *Balles*: mais il n'en fera pas ainsi de son



degré de *Densité* ; car le rapport de ce degré entre le Disque & ses *Balles*, changera en sens contraire, dans les deux positions du Disque A ; & c'est de-là que résultent les Mouvements contraires des *Balles*. Je suppose que les deux Disques soient électrisés *positivement*. Le Disque A, approché du Disque B par l'une ou l'autre de ses Faces, produira une *augmentation* uniforme de la *Force expansive* du *Fluide électrique* dans toutes ses parties, y compris les *Balles* : c'est ce que les Expériences précédentes ont démontré. Mais il n'en fera pas de même de la *Densité* de ce *Fluide* : celle-ci diminue toujours sur un Conducteur dans les parties les plus voisines d'un Corps *positif*, & elle augmente dans les parties qui en sont les plus éloignées : c'est encore ce que les Expériences précédentes ont démontré. Lors donc que je présente le Disque A à la Face du Disque B où se trouvent les *Balles* ; celles-ci étant la partie *la plus voisine* du premier, reçoivent le plus de son *Fluide déférent*, & leur *Fluide électrique* perd de sa *Densité* : par où leur Divergence *diminue*. Mais si je présente le Disque A à la Face opposée du Disque B ; les *Balles* sont alors la partie de ce Groupe qui reçoit le moins de *Fluide déférent* : la *Densité* de leur *Fluide électrique* augmente donc

donc, par celui qui leur vient du Disque ; & leur Divergence *augmente*.

362. L'Expérience suivante fournira les deux cas à la fois, d'une manière plus frappante même & plus démonstrative. Je supposerai en communication avec le Disque B, deux Paires de *Balles* semblables aux précédentes, dont voici la montûre & l'arrangement. Il faut d'abord épargner la matière, autant qu'il est possible, au point de suspension des Balles ; c'est-à-dire, à la Pièce qui porte les *Axes* de leurs Baguettes ; pour que le Volume de cette partie du petit Appareil, fasse la plus petite portion possible de son Volume total, sans néanmoins qu'aucun *Angle*, favorise la dissipation ou l'admission du *Fluide électrique*. Deux Paires de *Balles* ainsi montées, portées par des Bras *isolans*, sont placées de part & d'autre, & à quelque distance du Disque B. La position de ces *Électroscopes* semblables, doit être telle, que leurs Balles se trouvent vis-à-vis du centre du Disque, & que leurs Mouvements se fassent dans des plans parallèles au sien. Enfin j'établis entre les Pièces de suspension des Balles & le Disque, des Communications *conductrices*, que je puis enlever sans rien changer à l'état respectif du *Disque* ni des *Balles*.

363. Je laisse cette fois le Disque B & ses *Balles* dans l'état du *Milieu* & du Sol; de sorte que les changemens qui y seront produits, résulteront seulement de l'*Influence* du Disque A: or voici ce que cet arrangement a de particulier. Dans quelque sens que j'*électrise* le Disque A, lorsque je le présente à l'un ou l'autre des Faces du Disque B, le Phénomène immédiatement sensible est le même; & il consiste en ceci. 1°. Les deux Paires de *Balles* divergent. 2°. Elles continuent à diverger, soit quand leurs *Communications* avec le Disque B sont simplement enlevées, soit quand on enlève ensuite ce Disque lui-même. 3°. Dans cet état de séparation des Balles d'avec leur Disque, l'approche ou la retraite du Disque A ne produisent que très-peu d'effet, non-seulement sur les *Balles* dont il étoit le plus voisin, mais encore sur celles dont il étoit le plus éloigné. Voilà sans doute un Phénomène très-frappant, à cause de cette *Divergence* des deux Paires de *Balles*, par les deux Causes opposées, & qu'on peut rendre égale par une certaine distance du Disque A; & il ne me paroît explicable que par mon Systême, que je vais maintenant lui appliquer.

364. Supposons que le Disque A soit *positif*. Par-là, celles des *Balles* qui en sont les plus

voisines, reçoivent le plus de son *Fluide différent* ; & leur *Fluide électrique*, acquérant ainsi plus de *Force expansive* que celui du reste du Groupe, s'y répand en partie. L'équilibre de *Force expansive* du *Fluide électrique* est alors établi dans tout le Groupe ; mais sa *Densité* n'y est pas égale. D'abord elle a diminué dans les *Balles* voisines du Disque A, & par-là elle s'y trouve *moindre* que celle du *Fluide électrique* du Sol & du Milieu ; ce qui fait *diverger* ces Balles, comme étant l'une & l'autre *negatives*. D'un autre côté, le *Fluide électrique* sorti de ces premières *Balles*, ne s'est pas arrêté dans le Disque B ; parce que ce Disque reçoit aussi un peu du *Fluide différent* du Disque A ; il est passé dans les *Balles* éloignées : alors donc le *Fluide électrique* de ces Balles est devenu *plus* dense que celui du Sol & du *Milieu* ; & elles *divergent*, comme étant l'une & l'autre *positives*. Si l'on enlève les *Communications*, & ensuite le Disque B, la *Divergence* des deux Paires de Balles reste la même ; car alors la *quantité* respective de leur *Fluide électrique* ne sauroit changer. Leur *Divergence* ne changera pas non plus sensiblement, soit qu'on enlève le Disque A, ou qu'on change sa position auprès d'elles : car quoique par ces changemens, la *Force ex-*

*passive* du *Fluide électrique* des *Balles* en éprouve de sensibles, la *Densité* ne change pas sensiblement ; parce qu'il ne peut se déplacer que dans l'étendue du petit Appareil dont les *Balles* font la plus grande partie. Et dans ces petits changemens encore, la même Cause produit les mêmes Effets proportionnellement à son intensité. Si l'on approche le Disque A de la Paire des *Balles* devenues *negatives*, leur Divergence augmente un peu ; parce que le Disque, au centre duquel elles correspondent, leur communique proportionnellement plus de son *Fluide déférent*, qu'il n'en communique à leurs Baguettes & à la Pièce où elles sont suspendues : ce qui diminue encore un peu la *Densité* du *Fluide électrique* dans ces *Balles*, à cause de celui qui passe vers le reste du petit Appareil. La Divergence des *Balles* devenues *positives* diminue au contraire un peu, & par la même Cause, à l'approche du Disque A ; car une petite quantité de leur *Fluide électrique* passant aussi dans leurs Baguettes & dans la Pièce où elles sont suspendues, leur état *positif* diminue de cette quantité. Tous ces *Mouvemens* sont donc uniquement proportionnels aux changemens qu'éprouve la *Densité* du *Fluide électrique* contenu dans les *Balles* mêmes, comparativement à la *Densité*



actuelle du *Fluide électrique* du *Milieu* & du *Sol*.

365. Voici un autre Appareil avec lequel on peut faire des Expériences très-variées ; parce que les *Balles* sont elles-mêmes des *Conducteurs* d'assez grand Volume, pour qu'on puisse faire sur elles des Expériences immédiates : mais je ne rapporterai ici que celles de ces Expériences qui vont le plus directement à mon but. Ce sont des Balles de léton creuses, que les Artistes préparent pour les *Aréomètres*, & qui sont ainsi très-légères. On peut en avoir à Londres de toute grosseur, & leur faire fonder de petites *douilles*, pour leur ajuster telles Baguettes qu'on juge à-propos. Celles dont je vais parler d'abord, ont un peu plus d'un pouce de diamètre ; mais le plus ou le moins est indifférent, au-delà d'environ un pouce, pourvu que les quatre *Balles* soient égales en diamètre & en poids. L'une des deux Paires a des Baguettes fort minces de *Verre vernissé*, afin que ses Balles soient d'autant mieux *isolées* : l'autre a des *Pailles* pour Baguettes, servant à établir une communication *conductrice* & inflexible, entr'elles & le Disque, sans les charger beaucoup. Ces quatre Baguettes, égales entr'elles, ont 7 à 8 pouces de long : par où leurs Balles peuvent

acquérir une Divergence de près de deux pouces. Enfin elles pendent aussi sur des *Axes*. Je dois faire observer ici, à l'égard de toutes ces Balles par Paires, que leurs *Axes* doivent avoir pour distance dans la pièce de suspension, le diamètre des Balles suspendues ; afin qu'elles ne se touchent que légèrement dans leur état de repos. Ces deux Paires de Balles sont aussi portées par des Bras *isolans*, qui les tiennent à la hauteur du centre des Disques : & comme la Paire qui a des Baguettes *conductrices* doit communiquer au Disque B ; un Fil métallique mince part de la Pièce de suspension, s'abaisse, & se termine en Anneau. Les Balles doivent se trouver auprès du Disque dans telle situation, que leurs Mouvements se fassent dans des plans parallèles au sien. La Paire de Balles à Baguettes *non-conductrices*, vient toucher légèrement le Disque, & ce doit être par celle de ses Faces qui n'a pas de *rebord* ; afin qu'on puisse le retirer d'autant plus aisément sans déranger ces Balles. L'autre Paire est au côté opposé du Disque, à peu de distance de lui ; & son petit Conducteur recourbé, vient toucher le Disque à son sommet : de sorte que la retraite de celui-ci, n'est aucunement gênée par les Balles, qu'il laisse dans l'état où elles se trouvent. Tel est ce nouvel Appareil, dont voici les Phénomènes principaux.

366. Je laisse le Disque B & ses *Balles* dans l'état électrique du Sol & du Milieu, & je charge fortement le Disque A ; puis je le présente à la Face du Disque B devant laquelle se trouvent les Balles à Baguettes *non-conductrices*. Aussi-tôt les deux Paires de *Balles* divergent. Je n'aurois pas besoin de prouver, que les Balles *antérieures* sont *négatives*, & que les autres sont *positives* ; car elles sont dans le même cas que celles de l'Exemple précédent. Mais l'opération qui le prouve est accompagnée de circonstances remarquables ; ainsi j'en ferai mention. Je retire latéralement le Disque B ; ce qui laisse les deux Paires de Balles dans le même état de divergence. Si je cherche à découvrir l'espèce de leur *Électrisation* respective ; le Disque A, quoique *électrisé*, n'y sert presque à rien ; son approche ne fait aucune impression sensible sur les *Balles* ; parce qu'étant *isolées*, la *Densité* de leur *Fluide électrique*, ne sauroit changer. Mais sa *Force expansive* change sensiblement ; ce qu'on apperçoit en touchant les *Balles* avec de petits Électromètres, dans diverses positions du Disque A. Et de plus, si on l'approche de la Paire *négative*, & qu'en ce moment on touche ses Balles, elles s'écartent davantage ; si on l'approche de la Paire *positive*, & qu'on touche

aussi ses Balles ; elles retombent, puis se relèvent, en passant alors dans l'état *négatif*.

367. Je ramène les Disques dans leur situation précédente, & je charge de nouveau le Disque A. Nous savons que les Balles *antérieures* divergent parce qu'elles sont *négatives*. Toute fois si on les touche, elles fournissent une Étincelle aussi forte que toute autre partie de leur Groupe. Alors aussi elles *divergent* davantage, parce qu'elles sont devenues plus *négatives* ; & elles continuent à *diverger*, quoiqu'on les tienne en communication avec le Sol par de petits Fils *conducteurs* qui ne gênent pas leur Mouvement. Si, au premier moment où je les touche (ou toute autre partie du Groupe), je fixe mon attention sur les Balles *postérieures* ; je les vois d'abord *tomber*, puis *diverger* de nouveau ; parce qu'alors la totalité du Groupe est devenue *négative*. Dans ce moment, la *Force expansive* du *Fluide électrique* de toutes les parties du Groupe, est au même degré que celle du *Fluide électrique* du Sol ; car quelque partie du Groupe que je touche, je ne change plus rien à son état : & cela doit être, puisque toutes ces parties sont en communication *conductrice*. Cependant les deux Paires de Balles *divergent* ; parce que la *Densité* totale du *Fluide*

*électrique* du Groupe, est moindre que celle du *Fluide électrique* du Sol & du Milieu : & l'une *diverge* plus que l'autre, parce que cette différence de *Densité* est plus grande dans l'une que dans l'autre.

368. En employant des Balles plus grosses encore, on peut faire sur elles-mêmes beaucoup d'Expériences instructives. J'en ai une Paire, de 2 pouces de diamètre & du poids seulement d'environ demi-once, que je suspends par de longues baguettes de *Verre vernissé* de la manière décrite ci-dessus : & voici quelques-unes des Expériences que j'ai faites avec ces *Balles*. Je les fais pendre à un Bras *isolant*, à la hauteur du Centre d'un de mes Disques ; puis, dans une de ces Expériences, je les touche l'une & l'autre avec le Bouton d'une *Bouteille* foiblement *chargée* au *Frottoir* d'une Machine électrique ; par où, leur ôtant un peu de *Fluide électrique*, elle divergent comme *négatives*. En cet état, je leur présente un Disque fortement *positif* ; & cependant leur Divergence reste sensiblement la même, comme si ce Disque n'avoit aucune *Influence* sur elles. Mais si je les touche en cet état, cette *Influence* se manifeste ; car quoiqu'elles soient *négatives*, elles donnent une *Étincelle* comme si elles étoient *positives*, & leur



*Divergence* augmente. La présence du Disque ne change rien à leur *Divergence* ; parce que celle-ci dépend de la *quantité* de leur *Fluide électrique*, soit de sa *Densité* : or la présence du Disque ne peut y produire aucun changement, puisque les Balles sont isolées. Mais il augmente la *Force expansive* de ce *Fluide*, en y ajoutant du *Fluide déferent*, & lui fait même surpasser celle du *Fluide électrique* du Sol ; par où il s'en écoule une partie, quand on touche ces Balles : & alors leur *Divergence* augmente, parce que la *Densité* de leur *Fluide électrique* a diminué. En cet état encore, leur *Divergence* ne change point sensiblement, soit qu'on les mette en communication avec le Sol en présence du Disque, soit qu'on retire le Disque après avoir ôté les communications avec le Sol. Dans le premier cas, la présence du Disque donne à leur *Fluide électrique* une *Force expansive* égale à celle du *Fluide* du Sol ; par où celui-ci ne peut changer leur état. Dans le second, la retraite du Disque ne peut rien sur la *Divergence* de ces Balles ; parce qu'il n'en résulte aucun changement dans la *Densité* de leur *Fluide*. Je supprime les détails des petites irrégularités qui se manifestent dans ces Phénomènes, parce qu'elles demanderoient trop d'explications pour les ramener au Phénomène général.

369. Voici un autre Phénomène de ces *Balles* qui m'embarraffa d'abord. Si je les *électrifois* fortement d'une ou d'autre manière, & que je leur présentasse ensuite le Disque, *électrisé* aussi d'une ou d'autre manière, leur *Divergence* ne changeoit pas sensiblement. J'en ai déjà expliqué la Cause sous un point de vue général : ces Balles étant des Corps *isolés*, la *quantité* absolue de leur *Fluide électrique* reste la même, soit que le Disque se trouve voisin ou qu'il soit écarté ; ainsi, à ne considérer l'objet que sous ce point de vue, leur *Divergence* doit aussi rester la même. Cependant si je laissois ces *Balles* dans l'état électrique du *Milieu* & du Sol, & qu'alors je leur présentasse le Disque, *électrisé* dans l'un ou l'autre sens, elles *divergeoient* sensiblement. C'est donc ce dernier cas qui m'embarraffoit ; puisque la quantité de leur *Fluide électrique* ne changeoit pas non plus, ce qui mettoit la Règle en défaut. Mais je trouvai ensuite la Cause de cette Exception, ou plutôt une autre expression de la Règle générale : voici les considérations relatives à cet objet. Quel que soit l'état électrique des *Balles*, la présence du Disque, *électrisé* d'une ou d'autre manière, occasionne toujours quelque transport de leur *Fluide électrique* d'un hémisphère de chacune à l'autre ; parce que les hémisphères les plus voisins du Disque, éprou-

vent le plus son *Influence*. Mais si elles sont fortement *électrisées*, il n'est aucune de leurs parties dont l'électrification change de *sens*, elle change seulement en *degré*. Si, par exemple, elles sont électrisées *positivement*, & que le Disque soit aussi *positif*; une portion de leur *Fluide électrique* passe sans doute de leurs hémisphères antérieurs à leurs hémisphères postérieurs; mais la totalité de leur Surface demeure néanmoins *positive*: ainsi, leur Tendance à *diverger* continue par la même Cause; & elle conserve la même intensité totale, quoiqu'elle change dans quelques-unes de leurs parties; parce que la somme des Tendances de ces parties reste la même. Mais si l'*Électrification* vient à changer de *sens* dans quelqu'une des parties des *Balles*; comme il peut arriver quand elle est foible, & comme il arrive toujours quand elle est nulle d'abord; leur *Divergence* se trouve avoir une double Cause. Et pour parler du cas le plus simple, je suppose les *Balles* dans l'état électrique du *Milieu* & du *Sol*, & que n'ayant ainsi nulle *Électrification*, elles pendent librement. Si alors je leur présente le Disque *électrisé*; le déplacement d'une partie du *Fluide électrique* de chacune, d'un de ses hémisphères à l'autre, rend l'un *positif* & l'autre *néga-tif*: alors donc les hémisphères correspondans tendent à s'écarter, & elles divergent. La

Proposition générale fera donc celle-ci. “ Lors-  
 “ que deux Conducteurs *isolés* sont suspendus  
 “ l’un auprès de l’autre, la présence d’un Corps  
 “ *électrisé* ne peut, ni les faire *diverger*, ni aug-  
 “ menter la *Divergence* qu’ils auroient déjà,  
 “ qu’en rendant un de leurs côtés *négatif*, &  
 “ l’autre *positif*.

370. Cette solution de la difficulté ne me  
 laissa aucun doute ; toutefois je trouvai inté-  
 ressant de la soumettre à l’Expérience, & voici  
 comment je le fis. Je pris trois Paires de *Balles*,  
 moins grosses que les précédentes, séparément  
 isolées, de manière à pouvoir les grouper comme  
 je le voulois, ainsi que les séparer ; & je les  
 plaçai d’abord les unes devant les autres (rela-  
 tivement au Disque), en contact mutuel. J’*élec-*  
*trisai* ensuite fortement ces Balles, en l’absence  
 du Disque ; ce qui les fit *diverger*. En cet  
 état, je les forçai à se toucher les unes les  
 autres, au moyen d’une soie, & j’approchai le  
 Disque *électrisé* ; puis je les laissai libres. La  
 Paire antérieure divergea *moins* qu’auparavant ;  
 la Paire moyenne divergea à-peu-près *de même* ;  
 & la Paire postérieure divergea *plus* : ce qui  
 prouva l’explication que j’avois donnée, de la  
 continuation sensible d’une *même* Divergence  
 des grosses *Balles* dans le premier cas. Je  
 remis ensuite les six Balles dans l’état du *Milieu*

& du Sol ; par où elles pendirent librement au contact les unes des autres : puis j'approchai le Disque *électrisé*. Alors les Paires antérieure & postérieure divergèrent à-peu-près également, & la Paire moyenne resta sensiblement en repos : par où l'explication du second cas des grosses Balles se trouva aussi démontrée. Dans tous ces états de *Divergence* des *Balles*, si je les séparois les unes des autres en présence du Disque, il n'y arrivoit aucun changement sensible, ni au moment de cette séparation, ni par l'action du Disque sur les Paires séparées ; ce qui confirme de nouveau le Sytème général : car chaque *Balle* ainsi isolée, contenant une certaine *quantité* de *Fluide électrique* qui ne peut changer ; si le déplacement du *Fluide électrique*, ne va pas jusqu'à faire changer le *sens* de l'*Électrisation* dans quelque parties des *Balles*, l'augmentation ou diminution de la *Force expansible* de ce *Fluide*, demeure indifférente à la *Divergence*.

371. Je n'ajouterois rien à la preuve de ma Proposition sur la Cause immédiate des *Mouvements électriques* dans les Corps sensibles ; soit sur la Circonstance à laquelle ces *Mouvements* sont liés ; en multipliant ici (comme je pourrois le faire) les Exemples de la même espèce que les précédens : mais en voici un d'une autre espèce.



J'ai dit ci-devant, que quoiqu'un *Conducteur* électrisé ne soit environné que d'*Air*, la *Densité* de son *Fluide électrique* & sa *Force expansive* ne conservent un même rapport dans toute sa Surface, que lorsqu'il est *sphérique*; parce que c'est uniquement dans un Corps de cette forme, que tous les points de sa Surface cèdent à l'*Air*, ou en reçoivent, une même quantité de *Fluide différent*. Ainsi la forme *plane*, celle d'un Disque par exemple, est la moins propre à produire l'égalité de ce rapport; parce que les Bords d'un Disque ne reçoivent de l'*aide* que d'un côté, pour modifier l'*Air* qui les environne; tandis que les parties intérieures sont plus ou moins *aidées* tout le tour. Si donc on charge un Disque; la *Force expansive* de son *Fluide électrique* recevra bien une augmentation égale dans toute son étendue (comme il arrive à tout *Conducteur*); mais sa *Densité* suivra une autre Loi: elle ne devra augmenter que peu au Centre, qui est aidé par toutes les parties environnantes à modifier l'*Air* voisin; & elle devra aller en augmentant, de ce point vers la circonférence; parce que la Cause contraire va en augmentant dans ce même Sens. Telle étoit la conséquence des Principes posés ci-devant sur la distribution du *Fluide électrique*, tant entre les Conducteurs contigus, qu'entre les

diverses parties des mêmes Conducteurs ; conséquence qui, d'après la Cause que j'attribuois aux *Mouvements électriques*, devoit se manifester par ces Mouvements si mon Systême à leur sujet étoit fondé : ainsi je tentai de le soumettre à l'Expérience par cette voie.

372. C'est encore là une Classe d'Expériences à laquelle j'ai consacré beaucoup de tems, par la variété très - intéressante des Phénomènes qu'elle présente ; mais je n'indiquerai que les principaux. Pour constater d'abord la différence de *Densité* du *Fluide électrique* dans les différentes parties d'un Disque chargé, j'ai percé deux Trous de demi-pouce de diamètre, l'un au Centre, l'autre près du Bord d'un de mes Disques. J'ai fait ensuite deux petits Disques métalliques, qui s'ajustent exactement dans ces Trous, sans trop forcer ; & j'ai fixé ces petites *Plaques* circulaires, avec de la cire molle, à l'extrémité de deux baguettes de Verre vernissé, portées par des Pieds isolans, de manière que je puis les amener dans les Trous (pour faire alors partie du Disque) & les en retirer, à volonté. Les ayant donc adaptées au Disque, je charge celui-ci, puis je les en sépare ; & j'examine ensuite leur état électrique, au moyen d'un petit *Électromètre* dont je donnerai la

la description. Or la *Plaque* du Bord donne toujours des signes sensibles d'*Électrisation*, & celle du Centre n'en donne presque jamais. Il résulte donc de cette première Expérience ; que le Centre reçoit du *Fluide déférent* des parties environnantes, soit immédiatement, soit par l'entremise de l'*Air*, au lieu d'en céder à celui-ci : par où son *Fluide électrique* propre, acquiert assez de *Force expansive*, pour que, sans augmentation sensible dans sa quantité, il se mette en équilibre avec celui du reste du Disque, quoique la quantité de ce *Fluide* aît augmenté plus ou moins dans les autres parties. On peut faire la même Expérience sans percer le Disque, en employant de petites *Plaques* très-minces, & les amenant bien exactement en contact avec lui : mais alors il faut le moins charger ; car plus les *Plaques* sont minces, moins elles peuvent conserver de *charge* ; & si elles ne le font pas, ou qu'on leur fasse des rebords, elles se *chargent* un peu au Centre du Disque, comme projetant hors de sa Surface.

373. Ayant ainsi constaté les différences de *Densité* du *Fluide électrique* dans un même Disque, quoique sa *Force expansive* y soit toujours uniforme, il s'agissoit de savoir ; si les *Mouvements* des Corps libres n'y suivroient que la Raison

des premières, comme je l'avois trouvé dans les cas précédens. J'employai à ce second examen les mêmes petites *Plaques* qui m'avoient servi le premier. Pour cet effet je les fixai, avec de la Cire molle, au bout de Baguettes de verre vernissé extrêmement minces, dans la position où sont les *Lentilles* des Pendules d'Horloges ; & avec un bout de ruban très-étroit, que je fixai de la même manière à l'autre extrémité des Baguettes, je les suspendis à charnière à mes Bras isolans. Tout cela étoit arrangé de façon, que les petites *Plaques* venoient pendre librement devant le Disque, en s'y appliquant exactement ; ce qu'on produit sans peine par la mollesse de la Cire. Au moyen de mes Supports séparés, je pouvois porter ces petites *Plaques* vers telle partie que je voulois du Diamètre horizontal du Disque ; & dans une de mes Expériences, j'en plaçai plusieurs le long d'un de ses Rayons ; puis je le chargeai. Les *Divergences* de ces *Plaques*, suivirent exactement la Loi trouvée à l'égard des *Densités* : la *Plaque* du Centre ne fit aucun Mouvement sensible, & les autres s'écartèrent de plus en plus, à proportion de ce qu'elles étoient plus voisines du Bord. En cet état je les éloignai du Disque, & je les trouvai chargées à proportion de l'écartement qu'elles avoient subi. J'ai

répété cette Expérience de bien des manières, & j'ai toujours eu le même résultat : mais pour qu'elle réussisse, il faut le plus souvent forcer les *Plaques*, au moyen d'une Baguette de verre vernissée, à toucher le Disque ; car il arrive ordinairement, qu'elles s'en écartent avant que d'avoir reçu toute la charge que reçoit la partie du Disque à laquelle elles correspondent ; ce qui fait qu'elles s'écartent moins : mais ce soin est indifférent à l'égard de la *Plaque* du Centre.

374. J'ai rendu sensible d'une autre manière, la Cause de cette immobilité de la *Plaque* du centre, en contrebalançant l'Effet de cette Cause par l'*Influence* d'un Corps *négatif*. C'étoit un petit Disque à rebord, d'un pouce de diamètre, présenté au Centre du grand à deux pouces de distance, en le fixant à l'extrémité d'un Bras isolant. Le grand Disque étant chargé, & tenant la *Plaque* du Centre appuyée contre lui au moyen de la Baguette *non-conductrice*, je touchois le petit, & laissois ensuite la *Plaque* libre : & alors elle s'écartoit sensiblement. Dans cette position du petit Disque ; la plus favorable pour recevoir du *Fluide déferent* de l'autre ; son *Fluide électrique* éprouvoit une augmentation sensible dans sa *Force expansive*. Lors donc que je le touchois, une partie de son *Fluide électrique* s'écouloit



dans le Sol, & il devenoit *négalif*. Alors il lui manquoit du *Fluide déférent* ; & le Centre du Disque, ainfi que l'*Air* voifin, lui en fournisfoient : par où le *Fluide électrique* de cette partie du grand Disque, perdant l'excès de *Force expansive* par lequel il réfiftoit au *Fluide* voifin, acquéroit une plus grande *Densité*. C'eft par ce changement, que la *Plaque* du Centre s'en écartoit alors ; & lorsqu'en répétant l'Expérience, j'ai réuffi à éloigner cette *Plaque* du grand Disque fans qu'elle touchât le petit (vers lequel elle tendoit fortement), je l'ai trouvé *chargée*.

375. Je crois donc avoir démontré : “ que  
 “ les états *positifs* & *négalifs*, dont les combi-  
 “ naifons diverfes font les Circonftances fen-  
 “ fibles auxquelles les *Mouvements électriques* fe  
 “ trouvent liés, ne concernent que la *Densité*  
 “ du *Fluide électrique*, & non fa *Force expan-*  
 “ *sive*.” Et puifque la *Densité* de ce *Fluide*  
 tient à la quantité de fa *Matière électrique* ;  
 comme la *Densité* des *Vapeurs aqueufes* tient à  
 leur quantité d'*Eau* (les *Fluides déférens* respec-  
 tifs n'ayant d'influence, que fur le degré de  
*Force expansive* qu'exercent ces deux *Vapeurs* à  
 même *Densité*) ; je me crois fondé à conclure  
 enfin de toutes ces Expériences : “ que c'eft à

“ la *Matière électrique* seule, que les *Mouvements électriques* peuvent être attribués.” Je vais maintenant expliquer, comment l’*Air* contribue à déterminer les Loix observées à cet égard dans les *Corps sensibles* (§ 358).

376. Je rappellerai d’abord ici, la *Loi* que suit la *Matière électrique* dans ses TENDANCES ; savoir : “ qu’elle *tend* vers toutes les Substances, à proportion de ce qu’elles en sont privées, & suivant quelque rapport inverse avec leurs Distances ; & que, réciproquement, les Substances qui en ont le moins, *tendent* vers celles qui en ont le plus.” (Je mets à part ici, les variétés qui résultent, de la différence des Substances *conductrices* & *non-conductrices*). Les *Fluides atmosphériques* sont renfermés, par le Fait, dans le nombre des Substances qui ont ce rapport avec la *Matière électrique* ; puisque c’est par-là seulement, qu’il existe un *Zéro d’Électrisation* : état dans lequel il ne s’opère aucun *Mouvement électrique*. Ce *Zéro*, qui est absolu, est le point où les *Corps sensibles* possèdent une quantité de *Matière électrique* proportionnelle à celle qui est répandue dans le *Milieu* qui les environne. Alors la *Matière électrique*, se trouvant en équilibre entre les Substances voisines, y compris celles qui com-

posent le *Milieu*, ne tend à aucun *Mouvement*. C'est, dis-je, comparativement au *Milieu*, que les états *négatif* & *positif* existent dans les *Corps sensibles*, & que lorsque l'un ou l'autre de ces états est commun à deux *Corps*, ils *tendent* à *s'écarter* l'un de l'autre. Car sans une influence du *Milieu*, quelque quantité absolue de *Matière électrique* que contiennent deux *Corps*, dès qu'elle y seroit en quantité proportionnelle, elle n'y produiroit aucun *Mouvement*.

377. On rapporte d'ordinaire le *Zéro de l'Électrisation* à l'état *électrique* du *Sol*; parce qu'on peut réduire les *Corps* à cet état en un instant, en les faisant communiquer avec le *Sol*; & parce que d'ordinaire, le *Milieu* dans lequel on observe étant voisin du *Sol*, il est réduit à son état. Cependant il peut arriver que leurs états diffèrent; & si l'on n'y fait pas attention, on peut tomber dans l'erreur à l'égard de la *Théorie des Mouvements électriques*. L'action d'une *Machine électrique* peut changer le rapport de ces états, en modifiant sensiblement le *Milieu*. Le *Sol*, intéressé à cette Action, est un *Conducteur* si immense, que toutes les Modifications qu'il peut éprouver par une *Machine électrique*, n'y produisent pas plus d'effet, qu'on n'en produit sur le Niveau de l'Océan, en y puisant ou versant

de l'Eau. Mais il n'en est pas de même à l'égard du *Milieu* : sa Faculté plus ou moins *non-conductrice*, donne toujours quelque durée aux changemens partiels qu'il éprouve dans son état électrique. Ainsi par exemple, l'*Air*, & les *Vapeurs conductrices* qui environnent une *Machine électrique* en jeu, acquerront du *Fluide électrique*, si le *Frottoir* de cette Machine communique au *Sol* ; parce que le *Fluide électrique* qui passera ainsi du *Sol* au *Frottoir*, sera transmis au *Milieu* par le *premier Conducteur*. Le *Milieu* au contraire perdra du *Fluide électrique*, si c'est le *premier Conducteur* de la Machine qui communique au *Sol* ; parce qu'alors au contraire, le *Frottoir* lui en enlèvera, & le transmettra au *Sol*. Dans ces deux cas, une Paire de *Balles* suspendue dans le *Milieu*, & qui s'y trouve d'abord en *repos* comme ayant un même état électrique avec lui, *divergera* si on la *touche* : sur-tout si l'*Air* est mêlé de beaucoup de *Vapeurs conductrices* ou de *Fumée* ; parce que la Machine, dans l'un ou l'autre de ses états, modifiera alors ce *Milieu*, plus puissamment & à une plus grande distance. Cependant ces cas, qui semblent d'abord des exceptions à la Théorie générale, y rentrent entièrement quand elle est bien entendue. Suivant cette Théorie, le *Zéro d'Électrification* des *Corps sensibles* est

toujours, *l'état électrique actuel du Milieu* ; quel que soit cet état comparativement à celui du *Sol*. Car c'est dans ce cas seulement (par quelque Cause qu'il soit produit) que ni ces *Corps*, ni les Particules du *Milieu*, ne tendent à se mouvoir ; se trouvant en équilibre électrique. Lors donc que, dans les Cas ci-dessus, on fait diverger des Balles en les mettant en communication avec le *Sol* ; c'est parce qu'on les *électrise* aussi réellement, que si on les avoit tirées de *l'état électrique* du *Milieu* par les moyens ordinaires. Ainsi, dans ce que je vais dire de la Cause des *Mouvements électriques* des *Corps sensibles*, je ne considérerai que le rapport de leur *état électrique* avec celui du *Milieu* qui les environne.

378. Je poserai d'abord les Principes suivans ; 1<sup>o</sup>. que lorsqu'un *Corps*, isolé dans le *Milieu*, vient à être *électrisé*, il *électrise* dans le même sens que lui, les Particules du *Milieu* qui viennent successivement le toucher : c'est ce que prouve le retour plus ou moins prompt, de ce *Corps* à l'état général du *Milieu* (§338). 2<sup>o</sup>. Que dès que les Particules du *Milieu* qui sont venues au contact de ce *Corps*, ont acquis son *état électrique*, elles *tendent* plus vers les Particules qui n'ont pas changé d'état, qu'elles ne



*tendent* vers lui, & que par conséquent elles s'en *éloignent* : c'est ce que prouve le *Vent* qui se forme devant des *Pointes*, fixées, soit au *premier Conducteur* soit au *Frottoir*, d'une Machine électrique en jeu ; *Vent* occasionné, par la rapidité avec laquelle une *Pointe* enlève, ou communique, du *Fluide électrique* aux Particules de l'*Air* (§ 301), & par la *Tendance* de la *Matière électrique* vers les Substances qui en ont le moins, & de celles-ci vers elle (§ 357). 3°. Enfin, que réciproquement, les *Corps* libres *électrisés*, se portent vers celles des Particules du *Milieu* qu'il peut le moins ramener à son *état électrique* : ce qui résulte encore des mêmes *Loix*, mais que j'ai vérifié de plus par l'Expérience suivante.

379. J'ai fixé un long *Fil* métallique très-mince au *premier Conducteur* d'une Machine électrique, & un autre *Fil* semblable à son *Frottoir* ; en soutenant ces *Fils* par des cordons de soie, sur lesquels ils pouvoient se balancer par la moindre impulsion. A l'instant où je mettois la Machine en jeu, & que le *Vent* se formoit à l'extrémité de l'un & de l'autre de ces *Fils*, ils éprouvoient un *Recul* considérable, qui duroit aussi long-tems que la Machine étoit en action. Ce *Recul* procède de la même Cause

que le *Vent*. L'*Air* qui part sans cesse de l'*Extrémité* des *Fils*, a revêtu le même état électrique que cette *Extrémité* : mais il n'en est pas de même de celui qui environne les *Fils* dans leur longueur ; celui-ci, recevant du *Fluide différent* du Fil *positif*, & en perdant avec le Fil *néгатif*, ne peut pas être autant modifié dans sa quantité de *Matière électrique*, que celui qui vient toucher l'*Extrémité* des *Fils*. Or celui-ci, se renouvelant sans cesse, forme ainsi de ce côté-là une Masse d'*Air*, plus près d'être en équilibre de *Matière électrique* avec l'*Extrémité* des *Fils*, que ne l'est l'*Air* qui les environne dans leur longueur : par conséquent cette *Extrémité* doit se porter vers ce dernier *Air* ; & c'est ce qui produit son Mouvement de ce côté-là. Je puis donc déduire des trois Principes ci-dessus, la *Loi* générale suivante. “ Dès  
 “ que l'*Air* qui environne un *Corps libre*, se  
 “ trouve plus conforme à l'état électrique de ce  
 “ *Corps*, à l'un de ses côtés qu'au côté opposé ;  
 “ par quelque Cause que cette différence soit  
 “ produite, le *Corps* se meut vers l'*Air* qui  
 “ diffère le plus de son état.”

380. Je suppose maintenant, que deux *Corps libres*, voisins l'un de l'autre, & immobiles encore, parce qu'ils sont dans un même état

électrique que le *Milieu*, viennent à *acquérir* ou à perdre une égale quantité de *Fluide électrique*. Ce changement d'état, considéré en eux seuls, ne sauroit être une Cause de *Mouvement* ; puisque ces Corps restent toujours en équilibre quant à la quantité de *Matière électrique* : mais si on les considère comme étant environnés d'*Air*, on voit naître alors une Cause de *Mouvement*. Les Particules d'*Air* qui viennent toucher les Faces qu'ils se présentent mutuellement, ont une double cause de modification ; puisque ces deux Faces y contribuent : ces Particules reçoivent donc, ou perdent, doublement de la *Matière électrique* ; au lieu que les Particules d'*Air* qui viennent les toucher par leurs Faces opposées, n'y sont modifiées que par chacune de ces Faces séparément. Voici donc l'état de chacun de ces deux Corps. A l'un de ses côtés se trouvent l'autre Corps & l'*Air* intermédiaire, dont l'un est dans le même *état électrique* que lui, & l'autre est très-près de l'être ; tandis qu'au côté opposé, l'*Air* n'est que foiblement modifié par lui-même : par conséquent chacun des deux Corps tend plus vers ce côté extérieur que vers le côté intérieur, & par-là ils s'éloignent l'un de l'autre. Dans le cas où les deux Corps sont tirés de l'état du *Milieu* en sens contraire, ils ont immédiatement en eux-mêmes une Cause

de *mouvement* ; savoir, le manque d'équilibre de la *Matière électrique* entr'eux : mais l'*Air* y ajoute une nouvelle Cause ; car chacun des deux Corps le modifie à l'extérieur suivant son état particulier ; au lieu qu'à l'extérieur l'un détruit l'effet de l'autre : ainsi ils *tendent* d'autant moins à se porter vers l'*Air* extérieur, & d'autant plus vers l'*Air* intérieur ; ce qui augmente leur *tendance* l'un vers l'autre, & ils *s'approchent*. Dans l'un & l'autre cas, si un seul des *Corps* se trouve libre, il se *meut* seul. C'est donc ainsi que les *Tendances* que j'ai assignées à la *Matière électrique*, produisent les *Loix* connues des *Mouvements électriques*.

381. Je n'ai parlé jusqu'ici que de deux Cas d'*électrisation*, comme produisant du *Mouvement* dans les *Corps libres* ; celui où deux *Corps* voisins sont tirés dans un même sens de l'état électrique du *Milieu*, & celui où ils en sont tirés en sens contraires. Cependant il y a un troisième Cas ; savoir celui, où l'un des deux *Corps* est *électrisé* seul, l'autre Corps restant ainsi dans l'état du *Milieu* ; & il est naturel de demander, ce qui arrive dans ce cas-là. La Théorie dit, qu'ils doivent se *mouvoir* foiblement l'un vers l'autre. Ils doivent se *mouvoir* dans ce sens ; parce qu'ils ne sont pas en équilibre de *Matière*

*électrique* entre eux-mêmes, & que l'*Air*, revêtant un même état tout autour du Corps *électrisé*, ne change rien à la Cause de leurs *Tendances* immédiates : mais par cela même que dans ce cas l'*Air* n'ajoute rien à la *Tendance* des deux Corps, cette *Tendance* ne peut être que foible. Voilà, dis-je, ce qui résulte de la Théorie : mais dans le Fait, s'il s'agit de Corps *conducteurs*, ce Cas-là ne se présente jamais : le Corps qu'on a laissé dans l'état du *Milieu*, y reste bien en totalité, mais il change d'état en sens contraires à ses deux surfaces opposées dès qu'il est en présence du Corps *électrisé* ; & il se meut alors, parce que sa partie la plus voisine de ce Corps, tend plus à s'en approcher, que la partie opposée ne tend à s'en écarter. C'est un Phénomène assez intéressant, pour que je l'établisse par quelques Exemples.

382. Comme il s'agira ici de Corps suspendus simplement par de la *soie*, je dois indiquer d'abord la manière dont je fais ces Suspensions, car elle n'est pas indifférente. Si l'on suspend un Corps par un seul Fil, il tournoie long-tems, & présente ainsi successivement toutes ses Faces, à un autre Corps qui ne change pas de lieu : or il s'agit ici de savoir, ce qui se passe dans les différentes Faces du Corps suspendu.



Quand ce Corps, par exemple, est un Disque, son Tournoiement empêche toute Expérience de ce genre ; car dès que le parallélisme des deux Corps est détruit, au lieu de Corps *minces* sur lesquels on vouloit opérer, on n'a que des Corps plus ou moins *épais*. Avec un seul Fil encore, les Corps suspendus peuvent se mouvoir latéralement ; & s'ils sont fort légers, ils se jettent toujours d'un côté ou de l'autre ; parce qu'il est presque impossible de les placer si centralement & si parallèlement les uns par rapport aux autres, qu'ils n'aient un peu plus de tendance à se mouvoir d'un côté que de l'autre ; & dès que les Corps commencent à céder à cette tendance, le déplacement du *Fluide électrique* dans leur *largeur*, change le cas & occasionne des Mouvements confus. Il faut donc empêcher tous ces Mouvements accidentels, sans quoi on ne peut rien observer de certain. Je les ai prévenus, en suspendant par deux Fils, au lieu d'un seul, tous les Corps sur lesquels j'ai fait des Expériences de cette espèce ; & voici comment ils étoient arrangés. J'ai employé ordinairement des *soies* de 3 pieds de long, fixées par le haut aux deux extrémités d'une Baguette de verre de 2 pieds, & se réunissant au Corps en forme de V ; ce qui d'abord empêche le mouvement latéral : & quant au Tournoiement, au lieu de

fixer les deux Fils au *Zénith* des Corps (sphériques ou circulaires), je les fixois à environ  $45^{\circ}$  de distance de ce point de part & d'autre ; ce qui étoit suffisant dans la plupart des cas ; mais quelquefois j'ai été obligé d'employer d'autres moyens, que j'indiquerai. Je supposerai donc, dans les Expériences suivantes, que les Corps présentés les uns aux autres, ne peuvent se mouvoir qu'en avant ou en arrière, & que leurs coupes horizontales restent toujours parallèles.

383. Dans toutes les Expériences sur les *Mouvements électriques* des Corps libres, j'ai trouvé l'usage des grands Corps très-utile ; parce qu'on pouvoit déterminer les changemens qu'ils subissoient dans leur état électrique, en leur appliquant des *Électromètres*. Lors donc que je voulus découvrir par l'Expérience, ce qui arrivoit aux Corps libres laissés dans l'état du *Milieu* ; prévenu, d'après le P. BECCARIA, qu'ils éprouvoient des changemens contraires dans leurs Faces opposées, & voulant à cause de cela employer des Corps minces ; je songeai à ces *Disques* dont j'ai déjà parlé plusieurs fois, qui ont environ 8 pouces de diamètre. Un Disque de même grandeur, porté par son Pied isolant, fut le Corps électrisé : je le nommerai A, & je le supposerai toujours positif. Quant

aux autres Disques, suspendus comme je viens de l'expliquer, ils seront toujours laissés dans l'état électrique du *Milieu*.

384. Dans une première Expérience, je suspendis un de ces Disques à 1 pouce de distance du Disque A ; & dès que celui-ci fut chargé, l'autre fit un petit *Mouvement* vers lui. Ce *Mouvement* pouvoit n'être produit que par la Cause simple que j'ai expliquée ci-dessus (§ 381) : cependant je comprenois bien aussi, que la Face du Disque *libre* qui étoit tournée du côté du Disque A, étant plus voisine de celui-ci que la Face opposée, il pouvoit être passé un peu de *Fluide électrique* de la première à celle-ci : je voulus donc tâcher de découvrir à quel point cela influoit sur le *Mouvement* du Disque. Pour cet effet je répétai l'Expérience avec un *double* Disque, dont ainsi les *Faces* pouvoient être séparées : mais d'abord je ne fis qu'un *seul* Disque des deux, en les fixant l'un contre l'autre par leurs faces sans Rebord, & les suspendant aux mêmes soies. Ce *double Disque*, comme Corps plus *épais* que le Disque simple, fit un peu plus de *Mouvement* vers le Disque A : ce qui confirma déjà un déplacement sensible du *Fluide électrique* d'une Face à l'autre, mais voici comment ensuite je le rendis évident.

385. Je suspendis les deux Disques à des soies séparées, de manière néanmoins que leurs deux Surfaces sans rebord se touchassent comme auparavant. Une autre soie, fixée au Disque *postérieur* (relativement au Disque A) me fournissoit le moyen de l'écarter de l'autre quand cela étoit nécessaire, & de l'arrêter en cet état, en accrochant quelque part l'autre extrémité de la soie. Dans ma première Expérience, je donnai une *Étincelle* au Disque A avec une Bouteille de Leyde; par où les deux Disques suspendus se séparèrent subitement; le Disque antérieur vint frapper le Disque A & l'autre s'en écarta; mais aussi-tôt ce Disque *antérieur* revint en arrière, atteignit l'autre & le toucha; & ils demeurèrent alors écartés l'un de l'autre & du Disque A. Voilà une première preuve du déplacement du *Fluide électrique*, de la Face antérieure à la Face postérieure d'un Corps, qui cependant n'avoit d'épaisseur que celle de deux Lames de Fer blanc en contact l'une de l'autre; & dont ainsi la première devint assez *négative*, pour se porter fortement contre le Disque A, s'y *charger*, & retourner assez fortement en arrière, pour atteindre le Disque postérieur qui s'écartoit déjà par la même cause. Voulant ensuite m'assurer immédiatement que cet état *négatif* étoit en effet produit dans le Disque

antérieur, je remis les Disques dans leur premier état, & je chargeai graduellement le Disque A (par une Méthode que j'indiquerai, parce qu'elle est nécessaire dans nombre d'Expériences); & dès qu'il se fit un premier petit écartement des deux Disques suspendus, je tirai en arrière le Disque postérieur (au moyen de la soie dont j'ai parlé) & je le fixai dans cet état: puis je retirai aussi le Disque A; & ayant mis les deux autres en communication avec des *Electromètres*, je trouvai qu'en effet, le Disque *antérieur* étoit devenu *négatif*, & que le Disque *postérieur* étoit devenu *positif* au même degré.

386. Je suspendis ensuite ces deux Disques à quelques pouces de distance l'un de l'autre & du Disque A, & je plaçai de petits Bras de verre vernissé auprès de l'un & de l'autre, latéralement, pour marquer leur position au commencement de l'Expérience: puis je chargeai le Disque A à un certain degré, indiqué par son *Electromètre*. Les deux Disques suspendus, firent l'un & l'autre un Mouvement en avant, mais si petit, que sans les *Index* (soit les Bras de verre) il auroit été presque imperceptible. J'établis alors entr'eux une *Communication* instantanée, par un moyen que j'indiquerai. Aussitôt ils se mûrent sensiblement en sens contraire;



mais le Disque *antérieur* fit plus de mouvement *en avant*, que le Disque postérieur n'en fit dans le sens opposé. Ayant observé la différence de ces quantités respectives, & placé un Bras de verre *en avant*, au point où le Disque antérieur seroit arrivé en retranchant de son propre *Mouvement* celui que l'autre avoit fait en sens contraire; je les liai l'un à l'autre par deux Fils métalliques minces, accrochés en haut & en bas à leurs Rebords, au moyen de petits trous faits pour cela; puis je chargeai le Disque A au même degré qu'auparavant. Alors les deux Disques se portèrent ensemble en avant, & le Disque *antérieur* atteignit sensiblement le troisième Bras de verre. En cet instant, j'enlevai les deux Fils métalliques (qui ne tenoient que légèrement) en les frappant avec une baguette de verre vernissée; & les deux Disques reprirent chacun la position qu'ils avoient dans l'Expérience précédente. J'ai répété ces Expériences avec toute sorte de Corps suspendus, & ces mêmes *Loix* se sont retrouvées au travers des changemens qu'y apportoit les circonstances; mais je ne rapporterai plus qu'une Expérience de cette classe.

387. Voulant porter aussi loin qu'il m'étoit possible, le rapprochement des deux Surfaces

d'un Disque libre, laissé dans l'état du *Milieu* & auquel on présentoit un Disque *chargé* ; j'employai à cette Expérience des Disques de léton, d'un pouce de diamètre seulement ; dont l'un, qui remplaçoit le Disque A des Expériences précédentes, avoit un Rebord pour qu'il retînt plus de charge ; & les autres étoient sans Rebord, pour qu'il n'y eût aucune partie *épaisse* où le *Fluide électrique* pût être sensiblement déplacé. L'un de ceux-ci étoit déjà fort mince ; mais les deux autres étoient plus minces encore, & lorsqu'ils étoient l'un contre l'autre, ils égaloient le premier en épaisseur. Ces petits Disques, rendus très-plats, étoient suspendus à la manière des grands, mais avec de la *Soie* telle que le Ver-à-soie la file. Malgré les avantages de cette suspension à double Fil pour déterminer les Corps suspendus à se mouvoir dans une certaine direction, ceux-ci s'inclinoient toujours devant le petit Disque A, & tendoient à s'en approcher par un de leurs bords ; de sorte que je fus obligé de prévenir cet effet, par des Bras de verre vernissé très-minces, qui venoient les toucher par derrière aux deux extrémités de leur diamètre horizontal. Pour charger le petit Disque A à un degré connu, je l'amenois en contact, par son bord, au bord d'un grand Disque accompagné de son *Electromètre*. C'est-

là le moyen que j'ai toujours employé pour charger de petits Corps à un degré connu, ce qui est absolument nécessaire dans beaucoup d'Expériences. Ayant donc suspendu d'abord celui des petits Disques qui étoit le moins mince, je chargeai le Disque A & l'approchai de l'autre le plus centralement & parallèlement qu'il me fût possible. Quand il fut à environ demi-pouce de distance du Disque *libre*, celui-ci commença à se mouvoir vers lui, mais il s'arrêta à environ une ligne de distance des baguettes de verre. Je suspendis ensuite les deux Disques plus minces, au contact l'un de l'autre, & j'amenai le petit Disque A à la même distance, après l'avoir chargé de nouveau au même degré : alors le Disque *antérieur*, abandonnant l'autre, se mût de plus de deux lignes ; & retirant lentement les baguettes, le Disque postérieur les suivit jusqu'à une distance d'environ une ligne.

388. Tel est donc le Fait, à l'égard des Corps *conducteurs*, libres de se mouvoir, & laissés dans l'état du *Milieu* : ils *tendent* vers les Corps *électrisés* ; mais ce n'est pas, comme restés dans l'état du *Milieu* ; c'est parce que leur Surface *antérieure*, qui revêt l'état électrique contraire à celui du Corps *électrisé*, en est plus voi-

fine que la Surface opposée, qui revêt le même état que ce Corps ; & qu'ainsi la première *tend* plus à s'en approcher que la dernière à s'en écarter. Toutefois ce n'est point une raison de douter, que les Corps qui resteroient absolument dans l'état du *Milieu*, ne se muissent par la Cause que j'ai expliquée ci-dessus ; & j'ai la preuve que cette cause existe, par des Boules de *verre vernissé* fort légères, sur lesquelles on ne peut guère supposer que l'influence d'un Corps *électrisé* déplace sensiblement le *Fluide électrique*, & qui cependant se *meuvent* vers ce Corps, quoiqu'on ait soin de les réduire sûrement à l'état du *Milieu*, en les chauffant assez pour détruire ce que le Frottement pourroit y avoir produit d'*Electrisation*. J'ai fait nombre d'Expériences avec ces Boules ; & dans la variété de leurs résultats, suivant les circonstances, elles ont confirmé la même Théorie. Mais il seroit trop long & peu utile de rapporter ici ces Expériences ; ainsi je vais passer à l'*Electromètre*, dont j'ai déjà parlé souvent, sans le définir assez.

## SECTION VIII.

## De l'ELECTROMETRE.

389. J'AI démontré dans la pénultième Section, que les *Corps libres* se meuvent *électriquement*, par une *Tendance* de la *Matière électrique* à se porter, des Corps qui en ont le plus à ceux qui en ont le moins, suivant certaines *Loix* : & dans la Section précédente je viens d'expliquer, comment le *Milieu* qui environne ces Corps, modifiant ces premières *Loix*, produit les *Loix* connues des *Mouvements électriques* dans les Corps sensibles. En tout cela nous avons vu l'*Action* d'une Cause déterminée ; agissant avec certains *degrés* d'énergie, suivant les circonstances : & ces *degrés* se sont manifestés, par ceux de la *Divergence* de certains *Pendules*. Si donc on détermine exactement des *Pendules* sur lesquels on fera agir la Cause des *Mouvements électriques*, les Angles qu'ils formeront avec la Perpendiculaire, soit les divers degrés de leur *Divergence*, fourniront une Mesure comparable des degrés d'énergie de cette Cause.

390. Telle est la Partie fondamentale de mon *Electromètre*, qui consiste donc ; en des *Balles*, d'une certaine *Substance*, d'un certain *Diamètre*,



d'un certain *Poids*, formant des *Pendules* d'une certaine *longueur*, suspendus d'une certaine *manière* : par où toutes les Paires de telles *Balles*, mises en simple communication *conduëtrice* entr'elles, à même distance les unes des autres, & électrisées en commun, doivent nécessairement *diverger* d'une même quantité. Or comme toutes ces déterminations sont purement mécaniques, il est aisé d'en convenir. Mais ce n'est pas là encore un *Electromètre* ; ou du moins c'est un *Electromètre* très-borné. Car la *Divergence* de ces *Balles* ne nous apprend que leur *propre* état électrique ; & cependant elles doivent nous servir à connoître celui des Corps auxquels elles sont appliquées ; ce qui exige bien d'autres déterminations, que je vais maintenant expliquer.

391. Et d'abord : un *Conduëteur* enverra plus ou moins de *Fluide électrique* à ces *Balles*, non-seulement à proportion de ce qu'il en possédera, mais encore suivant les circonstances où il pourra se trouver, desquelles dépendra la *Force expansive* de son *Fluide* : & l'effet sera inverse, dans le cas où ce *Conduëteur* sera *négatif*. Il ne faut donc attendre de cette espèce d'*Electromètre* d'autre Indice, que celui du degré de *Force expansive* du *Fluide électrique* dans le *Conduëteur* auquel il est appliqué ; & c'est dans les

circonstances où ce *Conducteur* se rencontre lui-même, qu'il faut chercher les autres Données, pour déterminer la *Densité* de ce *Fluide*. Mais je ne connois aucun moyen de mesurer d'une autre manière le degré d'*Électrification* des Corps ; & j'ai montré ci-devant (§ 353), que c'est-là aussi l'espèce de Langage du *Thermomètre* & du *Manomètre*. Il faut donc se borner à rendre ce Langage uniforme ; ce qui exige plusieurs autres déterminations.

392. En parlant des *Électromètres* de mes *Disques*, j'ai fait remarquer encore (§ 331) ; que puisque la quantité du *Fluide électrique* qui arrive dans leurs *Balles* mêmes, détermine celle de leur *Divergence* ; & que les *Influences* des Corps les uns sur les autres, contribuent à augmenter ou diminuer la quantité de ce *Fluide* qu'ils peuvent recevoir d'une même Source ; il faut, ou prévenir, ou déterminer l'*Influence* des Corps *électrisés* sur les *Balles* de leurs *Électromètres* ; sans quoi le Langage de celles-ci deviendra ambigu. Et comme pour les mettre hors de toute *Influence* à cet égard, il faudroit les porter à une assez grande distance des Corps ; ce qui deviendroit incommode dans la plupart des *Expériences*, & trompeur dans quelques-unes ; il convient mieux, pour les cas ordinai-

res, de donner à ce petit *Conducteur* une longueur déterminée & commode : parce que les Effets qui en résulteront, seront déterminés ; ce qui suffira pour la *comparabilité* de l'Électromètre. Je dis qu'un *Électromètre* dont les *Balles* se trouveroient hors de l'Influence du Conducteur auquel il seroit appliqué, deviendrait trompeur dans quelques Expériences ; parce que cela ne pourroit se faire immédiatement, qu'en donnant aux Balles un long Conducteur, qui deviendrait alors une grande partie du Volume de l'Instrument ; par où il modifieroit le degré d'*Électrification* des Corps peu grands, auxquels, dans quelques Expériences, on l'appliqueroit pour le retirer ensuite. Il vaut donc mieux prendre un milieu déterminé entre les deux inconvénients ; & quant aux cas où l'on voudroit mettre cet Instrument hors de toute influence ; il suffira de le faire communiquer avec les Corps, en lui ajoutant un autre petit *Conducteur* de la longueur que le cas exigera.

393. Cette même *Influence* des Corps *électrifiés* sur les Balles de leurs *Électromètres*, & des Balles elles-mêmes l'une sur l'autre, exige deux nouvelles *déterminations* capitales. L'une regarde la *direction* du plan dans lequel les Balles se mouvront : car suivant la manière en laquelle

leur position changera dans ces Mouvements, les Corps auxquels elles seront appliquées, influenceront différemment sur elles dans leurs divers degrés de *Divergence*. Par la même raison, & à cause de l'*Influence* des deux *Balles* l'une sur l'autre, il faut aussi déterminer, si elles se mouvront l'une & l'autre, ou si l'une des deux seulement se mouvra : car la quantité absolue de leur *Divergence*, de même que ses rapports successifs avec les divers degrés d'*Électrisation* du Conducteur, en dépendent essentiellement. Il y a bien d'autres circonstances à déterminer, pour produire un Mouvement uniforme des *Balles* dans les mêmes circonstances : & même en général, il n'est aucune des parties de l'*Électromètre*, qui ne doive être déterminée, pour produire sûrement sa *comparabilité* ; car elles influent toutes, plus ou moins, sur la quantité de la *Divergence* des *Balles*, appliquées à un même point, d'un même Conducteur, électrisé au même degré. Mais de toutes ces parties, celle dont l'*Influence* est la plus grande, est l'*Echelle*, dont je vais parler maintenant.

394. Puisque le degré de *Divergence* des *Balles* de l'*Électromètre* doit être le signe de la *Force expansive* du *Fluide électrique* dans les Corps auxquels on l'applique, il faut mesurer cette *Diver-*

*gence*. Or c'est-là un point dont la *détermination* m'a présenté de grandes difficultés. J'ai changé plus de dix fois l'*Echelle* de mes *Electromètres*, & pour elle toute la construction même de ces Instrumens. C'est à cause d'elle, que j'ai déterminé enfin ; qu'une seule des *Balles* resteroit libre, & qu'elle se mouvroit en s'éloignant du Corps : c'est elle qui a déterminé la forme du *Pied* de l'Instrument & la plupart des autres parties : en un mot, c'est presque à elle seule, que tout se rapporte dans mon *Electromètre*. Cette *Echelle*, le long de laquelle doit se mouvoir la *Balle*, influe nécessairement sur son degré de *Divergence* ; mais elle y influe très-diversément, suivant sa Masse, sa Substance, sa Forme, sa Position, & sa manière d'être fixée à l'Instrument. Toutes ces circonstances, & sur-tout les deux dernières, n'ont pu être déterminées que d'après l'Expérience ; & il falloit toujours que deux de ces *Electromètres* fussent finis, avant que je pusse juger, tant de leur *comparabilité*, que de leur convenance à d'autres égards. Souvent même ils étoient déjà multipliés pour certaines Expériences, avant que j'eusse reconnu qu'il y auroit de l'avantage à y faire tel ou tel changement : & chaque fois que j'en faisois, leur *Langage* se trouvant changé par cela même, toutes les déterminations de



*Loix* particulières, soit les suites d'Effets comparatifs que j'avois recueillies jusqu'alors, étoient perdues, en tant que Recueil de Faits déterminés ; & leur utilité se bornoit (comme je l'ai dit ci-devant, (§ 346) à des Idées pour l'amélioration des Appareils, & sur-tout pour celle de l'*Électromètre* : après quoi, toutes ces Expériences étoient à recommencer.

395. Les deux derniers des points que j'ai indiqués ci-dessus comme devant être déterminés à l'égard de l'*Échelle* de l'*Électromètre* ; savoir, sa position, & la manière de la fixer ; sont ceux qui ont subi le plus de changemens dans le mien. Cette *Échelle* d'abord, est dans le même cas que les *Balles* ; c'est-à-dire, que le Corps *électrisé* influe sur elle ; & qu'il y influe différemment, suivant sa position. Or à son tour l'*Échelle* influe sur les *Balles* ; & tellement même, qu'outre la nécessité de déterminer sa position, il est de la plus grande conséquence de déterminer aussi la manière dont elle sera fixée. Si, par exemple, elle se trouve en communication avec le Corps électrisé, ou que quelqu'une de ses parties en soit voisine, elle diminue le Mouvement de la *Balle* libre, en s'*électrisant* comme elle, soit en tout, dans le premier cas, soit dans sa partie la plus éloignée, dans

le second ; & tend ainsi à détruire l'effet qu'on a attendu de l'éloignement des *Balles* : & alors aussi, le Mouvement de la *Balle* libre est gêné ; parce qu'elle a une Tendance latérale, celle de s'éloigner de l'*Échelle*. Si au contraire, cette dernière est en communication avec le *Sol* ; elle agrandit le Mouvement de la *Balle*, en revêtant l'état contraire au sien : ce qui paroît d'abord un avantage, & qui m'avoit séduit ; car on aime à agrandir tous les Effets qu'on cherche à mesurer. Mais alors la *Balle* tend fortement vers l'*Échelle* ; ce qui d'abord gêne ses Mouvements, comme lorsqu'elle tend à s'en écarter : & en même tems on est obligé de tenir l'*Échelle* plus éloignée ; de peur que dans les grands degrés d'*Électrisation*, la *Balle* ne venant enfin à la toucher, ne ramène tout l'Appareil à l'état du *Sol*. Or ce plus grand éloignement de l'*Échelle*, rend les Observations plus difficiles, & par conséquent moins exactes ; car on n'a jamais que peu de tems pour observer. J'ai donc trouvé en général ; que le mieux étoit de diminuer, autant qu'il étoit possible, l'Influence de l'*Échelle* : & comme cependant on ne peut la détruire en entier, j'ai cherché du moins à la rendre fixe, en déterminant avec soin tout ce qui concerne cette partie de l'Instrument.

396. On voit par les détails où je viens d'entrer, que quoique les *Mouvements électriques* soient le symptôme le plus propre à nous fournir un *Électromètre*, ce n'est pas immédiatement ; mais qu'au contraire c'est par une route assez difficile. Rien n'est directement déterminé dans cet Instrument que son *Point fixe*, soit le *Zéro d'Électrisation*, auquel les Corps mobiles ne tendent point à se mouvoir : quant à ses autres parties, elles dépendent sans doute de convenances qui ne sont pas absolument arbitraires ; mais il reste toujours quelque latitude, tant dans le degré comparatif d'importance des considérations qui exigeroient des déterminations opposées, que dans les moyens de satisfaire à leur ensemble : & dans cette latitude, divers Observateurs pourroient se déterminer différemment, & partager les Physiciens. Si donc on veut avoir un *Électromètre comparable*, il faut nécessairement convenir des *fixations* de tout ce qui, par sa nature, est indéterminé jusqu'à un point. J'avois besoin de le faire pour moi-même, dans les Expériences que j'avois entreprises ; & je parvins aisément, par des *déterminations* exactement suivies, à me faire des *Électromètres comparables*. Mais ayant senti, d'après l'usage même de ces Instrumens, combien le manque d'un *Électromètre commun* nui-

soit aux progrès de cette Branche de la Physique ; & que pour qu'il y en eût un, il falloit que quelqu'un le proposât : j'en fis un objet de recherches particulières, afin de pouvoir proposer un *Électromètre* assez près de la détermination la plus convenable, pour qu'on ne le changeât pas légèrement ; & qu'il pût servir ainsi d'*Électromètre commun*, jusqu'à ce que quelque Considération majeure lui en fît décisivement préférer un autre. Car il n'y a rien de plus embarrassant dans la Physique expérimentale, que les différences des *Mesures* d'une même Classe d'Effets, introduites par des considérations de peu d'importance. Je vais donc décrire l'*Électromètre* que je propose, en attendant qu'on en découvre quelque autre qui soit essentiellement meilleur.

## SECTION IX.

*Description d'un Électromètre.*

397. **A**u commencement de la Section précédente, j'ai dit la raison qui m'avoit engagé à substituer, dans mes premiers Électroscopes, des Balles *métalliques* creuses, aux Balles de *Moëlle* que je trouvais en usage lorsque je repris les Expériences électriques. Je les fis faire d'*Argent*, parce que je trouvais les Orfèvres occupés

occupés à en faire de très-légères en Or (revenues à la Mode dans toute sorte d'Ornement), & qu'ils n'aiment pas à travailler le Léton. Quand je voulus ensuite les employer à l'*Électromètre commun*, il fallut en fixer la *grosseur* & le *poids*. Au premier égard, je fus déterminé par la nature même de mes Expériences, dont l'espèce étoit celle qui exige le plus un *Électromètre*. D'ailleurs, un *Électromètre fondamental*, peut servir à en construire d'autres pour tous les cas de plus grande ou moindre *Électrification*, comme je l'indiquerai. Et quant à l'*Électromètre fondamental*, voici ce qui conduit à une détermination de la *grosseur* de ses *Balles*. J'ai fait voir ci-devant, que des Expériences sur les Modifications du *Fluide électrique*, ne fauroient être faites avec exactitude auprès d'une Machine électrique en jeu ; parce que le *Milieu* des environs est *électrisé* par elle : ce qui produit dans les Corps mobiles, des Mouvements étrangers aux Causes dont ils devraient déterminer les Effets. Il faut donc toujours s'éloigner de cette première Source artificielle de *Fluide électrique*, & en avoir provision dans une *Bouteille de Leyde* chargée. C'est une pratique que je tiens de mon nouveau Maître en Électricité, M. VOLTA.



398. On ne peut donc jamais donner de grands degrés d'*Électrisation* aux Corps sur lesquels on opère : mais l'on ne perd rien à cet égard ; car ces degrés très-forts sont trop passagers, même dans les tems les plus favorables, pour qu'on puisse observer rien de fixe dans leurs effets, & une *Bouteille de Leyde* est plus que suffisante pour toutes les Expériences de ce genre. La Bouteille destinée à ces Expériences, ne doit être ni trop grande, ni trop petite : quand elle est trop grande, outre qu'elle est incommode, on ne peut jamais la *charger* au même *degré* qu'une petite, sans la mettre en danger de se rompre ; à cause de l'inégalité presque inévitable de son épaisseur, & que les parties minces, se chargeant le plus, s'éclatent fort aisément. Une petite Bouteille acquiert donc, avec moins de danger, un plus grand *degré* de *Charge* : mais il ne faut pas non plus qu'elle soit trop petite, parce qu'on ne pourroit pas répéter plusieurs fois, sans la recharger, une assez forte charge dans des Corps d'une certaine grandeur, tels par exemple que mes Disques ; ce qui pourtant est nécessaire. L'Expérience m'a conduit à choisir une *Bouteille* dont voici les dimensions, non comme absolument nécessaires, mais comme indiquant à-peu-près la grandeur con-

venable. Elle est cylindrique, sauf le petit rétrécissement de son Ouverture, qui est fermée par un disque de bois au travers duquel passe la tige du *Bouton*. Sa hauteur totale est de  $5\frac{1}{4}$  pouces Anglois, & son diamètre de 2 p.  $\frac{7}{8}$ . Les Feuilles d'étain qui la tapissent en dedans & en dehors ; s'élèvent à 1 p.  $\frac{3}{4}$  de distance du haut, & cet espace qu'elles ne couvrent pas, est vernissé. Enfin son *Bouton* a environ  $\frac{7}{8}$  de pouce de diamètre.

399. C'est d'après cette *Bouteille*, dont l'usage ne m'a rien laissé à désirer, que j'ai déterminé le degré de *courbure* des Contours de toutes les parties de mes principaux Appareils ; ces Contours devant toujours être tels, qu'en touchant l'Appareil avec le Bouton de la Bouteille dans sa plus forte Charge ; il ne s'y forme point d'*Aigrette*. C'est donc aussi ce qui a déterminé la *grosseur* des Balles de l'*Électromètre* ; elles ont dû être assez grosses, pour ne pas donner d'*Aigrette* quand j'applique le Bouton de la *Bouteille* très-chargée aux Appareils qui communiquent avec cet Instrument. Et je remarquerai ici en passant, au sujet de la grandeur des *Bouteilles* ; que je n'ai jamais pu faire élever la *Balle* de ces *Électromètres* avec une fort grande *Bouteille* autant qu'avec celle-là, en

employant une *Machine* de médiocre grandeur pour les charger l'une & l'autre.

400. Quant au *Poids* des *Balles* de l'*Électromètre*, c'est l'*Orfèvre* qui l'a déterminé. Après avoir fixé leur diamètre, je lui recommandai de les faire aussi légères que pourroit le permettre un certain degré de force qu'elles doivent avoir, pour qu'on puisse les tourner & qu'elles ne soient pas trop sujettes à être défigurées par les chocs. Lorsqu'il m'en eût fait un certain nombre, je pris la plus légère pour règle, & j'amenai toutes les autres au même *Poids* en les tournant. Il falloit aussi fixer la longueur de leurs *Baguettes*; & je l'ai fait, en prenant un milieu entre deux considérations opposées. En les faisant plus longues, les degrés qui mesuroient l'Angle étoient plus grands; ce qui étoit un avantage; mais il falloit des supports plus élevés, sans quoi la Table auroit influé sensiblement sur les *Balles*, & des supports trop hauts étoient sujets à des inconvéniens. Enfin, j'ai déterminé qu'une seule des *Balles* feroit mobile; parce que les observations doivent être promptes, & qu'il n'est pas facile de bien observer la correspondance de deux objets quand ils sont à une certaine distance l'un de l'autre, tels que sont la *Baguette*

d'une de ces Balles & l'Échelle. Or la difficulté augmenteroit beaucoup, s'il falloit porter l'attention sur deux Balles à la fois. J'ai trouvé encore un autre grand avantage à ne faire mouvoir qu'une Balle ; c'est celui de pouvoir diminuer considérablement la résistance à être mue, en lui ajoutant un contre-poids par-dessus.

401. Je suis entré dans ces détails sur les raisons des déterminations les plus importantes de l'*Electromètre*, pour qu'on puisse en juger. Les fixations précises avoient sans doute quelque chose d'arbitraire & que des circonstances peu importantes ont déterminé ; & il en est de même des autres parties de l'Instrument dont l'influence n'est pas grande. Mais maintenant que tout y est fixé, on ne sauroit presque faire de changement dans aucune de ses parties, sans qu'il en résultât des changemens dans son langage ; si donc il n'a pas de défaut essentiel, & qu'en s'y conformant on puisse avoir un *Electromètre comparable*, c'est un motif de n'y pas faire de changement.

402. La *Fig. 1, Pl. I*, représente cet *Electromètre*, réduit à la moitié de ses dimensions ; ainsi, pour toutes les parties qui ne sont pas de grande importance, il suffira de doubler la grandeur de celles de la *Figure* : quant aux par-

ties les plus importantes, j'en indiquerai les dimensions. Cette *Figure* consiste principalement dans la section par l'Axe de toutes les parties de l'Instrument qui sont dans le même plan que les *Balles*; à quoi sont ajoutées, par des lignes ponctuées, les parties qui sont hors de ce plan. La Base *a a*, qui est de bois, est garnie par dessous d'une plaque de plomb *b b*, servant à la solidité de l'Instrument. Il est important que cette plaque soit bien plate, pour que l'Instrument ne ballotte pas. La base reçoit à vis une pièce de bois *c*, qui porte la tige isolante *d d*, faite d'un tube de verre vernissé en dedans & en dehors. J'emploie le hêtre pour toutes les pièces de bois des Instruments dont je parlerai; parce qu'avec un peu de compressibilité, il est néanmoins très-ferme. Au haut de la Tige de verre est un groupe de pièces de bois, auquel toutes les parties de l'Instrument sont fixées. La principale des pièces de ce groupe est représentée par *e f*; & son tourillon *f* entre dans le Tube, où il tourne à frottement doux. Cette pièce est traversée horizontalement par un tube de verre *g g*, vernissé en dedans & en dehors, qui renferme une Baguette de léton servant de *Conducteur* à l'Électromètre. L'une des extrémités de cette Baguette entre à vis dans un cylindre de léton *h*.



& l'autre dans une Balle de léton *i*. En vissant fortement cette dernière lorsque les Balles pendent verticalement, on assure cette position.

403. La Balle immobile *k*, *l*, *m*, est suspendue au point *k* par une pièce de bois *k l*, dont la partie *l* entre dans une Paille, qui sert de Baguette à cette Balle, & dans laquelle elle est collée. J'ai préféré la *Paille* à toute autre Substance conductrice pour les Baguettes des deux Balles; d'abord parce qu'elles devoient être d'une certaine grosseur, pour être moins flexibles & dissiper moins le Fluide électrique; but que la Paille remplit avec peu de Poids: & ensuite, parce qu'elle est lentement conductrice; ce qui aide à prévenir les balancemens de la Balle mobile, objet auquel je reviendrai. La pièce de bois *k*, dont la *Figure* représente la coupe, est plate, & elle entre avec un peu de force dans une ouverture faite au cylindre de léton *h*, où elle est retenue par une goupille. Cette ouverture, marquée par des lignes ponctuées, permet à la pièce *k* un petit mouvement sur sa goupille; ce qui sert à amener cette Balle au contact de l'autre, quand celle-ci pend convenablement. La suspension de cette dernière est au point *p*, dans une fourchette *p o*, dont le tourillon *o* entre dans le

cylindre *b* à frottement un peu dur : je reviendrai à cette pièce.

404. L'Échelle *r s*, est de hêtre. J'ai préféré le bois au métal pour cette pièce, parce qu'étant moins conducteur, il influe moins sur les *Balles*. D'après cette considération, il paroîtroit convenable d'y employer le *Verre*. Mais d'abord, il auroit été difficile de le fixer sans métal, ce qui auroit beaucoup diminué son utilité : & de plus on n'auroit pas trouvé partout des ouvriers capables de faire des Échelles de verre. Enfin, tant de grandes causes inévitables influent sur la marche de cet Instrument ; que pourvu que celle-ci (qui est réduite à très-peu de chose dans cette construction) aît la même influence dans tout *Electromètre* il n'en résulte aucun inconvénient. Cette pièce de bois a environ  $\frac{3}{4}$  de ligne d'épaisseur ; elle est couverte de papier, collé avec de la colle d'amidon, & séché dans une presse, ou sous un poids, entre deux corps bien plats : ses bords doivent être arrondis, comme toutes les pièces des Appareils électriques.

405. J'indiquerai en *Pied de France* les dimensions des principales parties de cet Instrument, parce que cette mesure est la plus généralement

connue ; mais j'y ajouterai la réduction au *Pied Anglois*, suivant le rapport de 15 du premier à 16 du dernier, qui est suffisamment exact. La première des dimensions que j'indiquerai, fera celle du *Rayon* de l'*Échelle*, compté de *p* comme centre, à *s* : ce rayon est de 4 pouces de *France* (4,27 p. ang.) ; ce qui donne en même tems la grandeur de la pièce de bois, sur laquelle il faut qu'on puisse porter le *Rayon*. Par ce moyen on a l'angle de  $60^{\circ}$ . dont 40 forment toute l'étendue de l'*Échelle*, placée comme le représente la *Figure*. Je vais indiquer ce qui m'a engagé à ne pas la faire plus grande.

406. D'après les dimensions & les Poids déterminés à l'égard de la *Balle mobile*, elle peut diverger dans quelques cas jusqu'à  $60^{\circ}$  : mais ce n'est que pour un instant, & en lançant une aigrette. L'*Electromètre fondamental* ne doit pas être employé à des Expériences de ce genre ; parce qu'on peut lui en substituer d'autres pour ces cas-là, & que l'augmentation de l'étendue de l'*Échelle*, au-delà de ce qui est nécessaire pour les Expériences susceptibles d'exactitude, affecte essentiellement la Marche de la Balle. J'ai donc préféré de ne lui donner que l'étendue nécessaire pour ces Expériences, & d'employer d'autres moyens, dont

je parlerai, pour mesurer de plus grands degrés d'Électrification.

407. L'Échelle étant rendue si légère, tant par sa Substance que par son peu d'étendue, j'ai pu la faire porter par une petite baguette de verre, au moyen d'un simple tube de papier roulé & collé, fixé avec de la colle derrière l'*Échelle* en *r*; ce tube est représenté dans la *Figure* par une ligne ponctuée. L'autre extrémité de la baguette passe dans une cheville de bois *t*, *Fig. 1*, & qui se voit aussi en *t*, dans la *Fig. 2*, où j'ai représenté une section par l'Axe du même du groupe de pièces de bois, à angle droit de sa section dans la *Fig. 1*. La pièce *u u* des deux *Figures*, est un anneau qui tourne à frottement un peu fort sur la partie *a* de la pièce *e a f*, *Fig. 2*: c'est dans cet anneau qu'entre, à frottement assez dur, la cheville *t*. On a ainsi quatre *Ajustemens* pour l'*Échelle*. 1°. On l'amène dans un plan vertical, en faisant tourner le petit tube de papier sur la Baguette de verre au point *r*, *Fig. 1*. 2°. On l'amène à une distance déterminée de la Balle, en faisant tourner l'anneau *u u* des deux *Figures*. 3°. On rend vertical le Rayon correspondant au degré de l'*Échelle*, par le mouvement de la cheville *t*. 4°. Enfin on fait correspondre ce

Rayon avec la Balle mobile, en allongeant ou accourcissant la Baguette de verre, qui peut glisser, ou dans la cheville *t*, ou dans le petit tube de papier *r*. En cet état le Centre d'où l'Échelle a été tracé, doit correspondre horizontalement avec le point de suspension de la Balle mobile (*p*, *Fig. 1*): j'indiquerai le moyen de s'assurer que cela est ainsi.

408. Ces *Ajustemens* ne peuvent servir à bien placer l'Échelle, qu'en tant que toutes les pièces ont les dimensions & directions nécessaires: & pour y réussir aisément, il faut avoir un plan semblable à la *Figure 1*, mais de grandeur naturelle, tracé sur une planche, dans le sens de la *Figure* vue au miroir: ce plan fournit d'abord toutes les dimensions des pièces; puis quand elles sont montées, & le petit tube de papier mis au bout de la Baguette de verre, il faut coucher l'Instrument, (sans la Base) sur le Plan, & amener la Baguette dans la position où elle est tracée. Alors il faut soutenir l'Échelle, par quelque appui, contre le tube de papier, dans la position qu'elle doit avoir, & l'y coller. On fera sûr ainsi de pouvoir l'amener à sa position exacte, au moyen des *Ajustemens* & de la méthode que voici. Il faut avoir un Triangle isoscèle de léton mince, tel que celui dont les



deux côtés égaux sont représentés dans la *Figure 1* par des lignes ponctuées, partant du centre de mouvement  $p$  de la Balle mobile, & aboutissant aux points  $o$  &  $40$  de l'*Échelle*. Deux pointes fixées sur ce Triangle, vis-à-vis des points  $5$  &  $35$ , doivent entrer dans de petits trous faits à l'*Échelle* à ces points-là ; par où il est tenu de bout, & l'on voit alors si son sommet correspond horizontalement avec le point de suspension de la Balle ; s'il n'y correspond pas, on l'y amène par les *Ajustemens*, puis on enlève légèrement le Triangle. L'*Échelle* doit être à demi-pouce de distance des Balles, & si l'on a bien suivi les dimensions de toutes les pièces, elle se trouvera en même tems dans un Plan parallèle à celui du mouvement de la Balle mobile. Cette dernière condition est naturelle ; l'autre est fixée par les convenances, & doit être suivie pour l'uniformité de la Marche de la Balle. Il ne faudroit pas que l'*Échelle* fût trop distante ; parce que cela rendroit l'observation plus incertaine : mais il falloit qu'elle le fût à ce point, pour diminuer autant qu'il étoit possible son influence sur les Balles. J'ai tracé sur l'*Échelle* un trait  $x\ x$ , parallèle au trait  $o$ , & à telle distance, que l'œil voie ces deux traits rasans les deux Balles par le dedans. Quand on observe, il faut se placer de manière qu'on

voie le trait *xx* raſer la Paille immobile, & que l'œil ſoit élevé au niveau du point de ſuſpenſion de la Balle : il ſe trouve alors au ſommet d'un cone, dont l'Échelle fait partie de la baſe ; & en ſuivant la Balle mobile dans ſes mouvemens, on la rapporte ſur l'Échelle ſans parallaxe. Cette Échelle eſt diviſée des deux côtés , pour qu'au beſoin on puiſſe observer l'Instrument dans la poſition contraire à celle de la *Figure*.

409. La *Balle mobile* étant la partie principale de l'Instrument, j'en ai repréſenté la coupe de grandeur naturelle dans la *Fig. 3*. La Baguette *a b*, eſt faite (comme je l'ai dit) d'un bout de *Paille*, qui doit être bien droit, & coupé avec une petite lime tranchante à la partie ſupérieure d'un Tuyau, où il faut laiſſer le Nœud & un petit bout du Tuyau ſuivant ; parce que cette naiſſance des Tuyaux eſt ſolide, & qu'on peut ainſi la faire entrer à vis dans la petite douille de la Balle *n*, comme on le voit au point *b*. Un Canon de léton *c c c c*, ſert à réunir la Paille avec une Baguette de verre verniſſé *e f*, & à porter l'Axe *d d* ſur lequel ſe meut la Balle. La Paille étant un peu conique, ſeroit ſuffiſamment retenue dans le trou du canon, quand l'axe ne l'y fixeroit pas en la traversant : & ſa partie qui s'élève

au-dessus de l'Axe, sert à recevoir la baguette de verre avec un frottement plus doux qu'on pourroit l'obtenir dans le léton. L'Axe doit être d'Acier, très-bien fait, placé soigneusement à l'angle droit avec la Paille, & ses Pivôts doivent être fort déliés.

410. J'ai représenté par des lignes ponctuées dans cette même *Figure*, un Anneau tronqué, dans lequel la Balle est suspendue par ses Pivôts. Le Tourillon *o*, *Fig. 1*, qui entre dans le Cylindre *b*, est rivé en *c*, *Fig. 2*. C'est en faisant tourner l'Anneau sur ce Tourillon, qu'on place la Baguette de cette Balle dans le même plan que celle de la Balle immobile ; & l'on rend ce plan vertical, en faisant tourner le *Conducteur* dans le Tube de verre *g g*, *Fig. 1*. De petits trous *p p*, *Fig. 3*, percés aux extrémités de l'Anneau avant que de le courber entièrement, reçoivent les Pivôts de l'Axe ; & il faut avoir attention, en finissant de courber l'Anneau, que ces trous se trouvent sur une même ligne. Cette forme d'Anneau assez épais, étoit absolument nécessaire pour prévenir les *Aigrettes* ; & il falloit aussi, par des raisons que j'indiquerai, pouvoir aisément ôter & remettre la Balle. L'élasticité de l'Anneau m'en a fourni le moyen. J'emploie une petite Presse de léton,

dont la coupe est représentée de grandeur naturelle par la *Fig. 4*. Les Cavités *b b*, des deux branches, sont destinées à s'appliquer contre les deux extrémités de l'*Anneau*, lorsqu'en ferrant la vis, on ouvre la Presse jusqu'à libérer l'Axe ; qui alors repose dans des échancrures faites pour cela aux deux bouts de la Presse, en *a*, *Fig. 4*, & *Fig. 5* ; cette dernière représentant la coupe d'un des côtés de la Presse, à angle droit de celle de la *Fig. 4*. Alors donc les deux Pivôts sont libres, & l'on peut enlever la *Balle*. Quand on veut la remettre, ou en placer d'autres qui portent un même Axe, il faut d'abord que l'*Anneau* soit ouvert par la Presse : puis faire reposer l'Axe dans les coupures de celle-ci ; qui doivent être faites de manière, qu'en cette position des Axes, leurs Pivôts se présentent vis-à-vis des trous qui doivent les recevoir. Alors il suffit de desserrer la Presse ; par où l'*Anneau* reprend sa forme, & les Balles pendent librement.

411. La *Balle* d'Argent creuse, *n Fig. 3*, doit avoir exactement 7 *lig. de Fr.* de diamètre (0,622 *p. Angl.*) ; la distance au Point de suspension, comptée de la naissance de la *Balle*, doit être de 4 *p. 8 l.* (4,977 *p. Angl.*) ; & la longueur de la Baguette de Verre vernissé qui

porte la Balle *q*, comptée, du Point de suspension au sommet de cette Balle, doit être de 2 *p.* 9 *l.* (2,933 *p.* *Angl.*). Telles sont les dimensions les plus importantes pour la comparabilité de l'Instrument. Le diamètre de la Balle de Cire-d'Espagne *q* seroit déterminé, si la pesanteur spécifique de la cire étoit bien fixe, & que toutes les parties du *Pendule* fussent toujours exactement semblables en tout. Mais comme il n'est pas naturel de l'attendre, c'est à la Balance que les petites différences sont compensées par le poids de la Balle de cire.

412. J'ai employé des *Poids Anglois* pour ce qui doit être déterminé à la Balance, parce que c'étoient ceux dont je pouvois être le plus sûr à *Londres*, les ayant eus de M. WHITEHURST, dont l'Office est de les examiner. Mais comme je devois indiquer des *Poids* qui fussent plus généralement connus, j'ai fait venir de *Paris* un Poids de *demi-Marc*, dont j'avois extrêmement recommandé l'exactitude, & j'ai prié M. WHITEHURST d'en déterminer le rapport avec le *Poids de Troy* anglois : il a trouvé ; qu'une *once* du *Poids de Marc*, pesoit 472,2 *grains* du *Poids de Troy*, dont l'*once* en contient 480. D'où il résulte ; que 96 *grains* du *Poids de Troy*, sont équivalens à 117 *grains* du *Poids de*



*de Marc* : c'est donc le rapport que j'emploierai. Il est bien entendu, qu'il faut avoir d'excellentes Balances : les miennes sont très-exactes, & fort sensibles à  $\frac{1}{52}$  de *grain*.

413. La première opération relative au *Poids*, est de réduire la *Balle d'argent* seule, à environ 30 *grains Anglois*. Mais comme la résistance de cette *Balle* au déplacement s'exerce sous la forme de *Pendule*, c'est sous cette forme que je la pèse finalement. Pour cet effet, je la mets à sa Branche, mais sans Contre-poids, & je la place comme on la voit dans la *Figure 6*, qui représente, à la moitié de ses dimensions, le petit Appareil où j'ajuste mes Balles. Sa Base est une Planchette *a a*, sur laquelle est fixé le Pied *b* d'un Bras qui porte la Balance. Une Fourchette *c* s'y trouve aussi fixée, à une distance telle, que lorsqu'elle porte les Pivôts de l'Axe du *Pendule*, la Balle *n* de celui-ci repose au milieu de la Coupe voisine de la Balance, dont l'autre Coupe reçoit les Poids. C'est dans cette situation, que le *Pendule* doit être exactement en équilibre avec 30 *grains Anglois* (24  $\frac{5}{8}$  gr. de *Fr.*) ; ce qu'on obtient, en diminuant peu-à-peu le Poids de la Balle, mise pour cet effet dans une petite boîte sur le Tour.

C c

414. Le Contre-poids  $q$  doit ensuite être ajusté au *Pendule*. La longueur de sa Baguette de verre est déterminée ci-devant, ainsi il ne s'agit plus que de la Balle qui est de Cire d'Espagne. J'emploie de la meilleure Cire, & j'en rammollis un morceau dans de l'eau chaude, de manière à pouvoir l'arrondir & la percer avec l'Arbre sur lequel je la tournerai. Cet Arbre doit être plus petit que la Baguette de verre; parce que le trou de la Balle de cire s'agrandit en la tournant. Cette opération est longue; il faut de la patience & des outils bien tranchans pour ne pas briser la Cire au lieu de la couper. Quand cette Balle est réduite un peu au-dessous de la grosseur de celle d'Argent, il faut agrandir son trou (s'il n'est pas déjà assez grand) pour que la Baguette de verre puisse y entrer; & mettre alors le *Contre-poids* à sa place. Le Poids *restant* de la Balle d'Argent sur la Balance, doit être exactement  $7 \frac{1}{2}$  gr. *Angl.* ( $6 \frac{5}{32}$  gr. *de Fr.*): Si elle pèse moins, il faut diminuer la Balle de cire jusqu'à ce qu'on arrive à ce point déterminé, ou du moins à  $\frac{1}{32}$  ou même  $\frac{1}{64}$  de grain près; car alors on peut ajuster entièrement le contre-poids sans remettre la Balle de cire sur le tour; il suffit d'y enfoncer un peu plus ou un peu moins la Baguette de verre, en même

tems qu'on l'y colle. Le *Poids restant* étant donc  $7\frac{1}{2}$  grains, si la Balance est sensible à  $\frac{1}{32}$  de *grain*, il ne peut pas y avoir entre les *Électromètres* une différence d'  $\frac{1}{2+0}$  de la résistance totale du Pendule, soit d'  $\frac{1}{6}$  de degré de l'Échelle au 40<sup>me</sup> degré, qui feroit l'effet d'une différence d'  $\frac{1}{32}$  de grain.

415. Tel est donc le *Pendule* qui sert à l'*Électromètre fondamental*; & c'est de celui-là que je pars pour en faire plusieurs autres par comparaison. Ce premier *Électromètre* devant être la Base de la *comparabilité* de l'Instrument, il ne falloit pas que ses dimensions fussent trop petites, ni la résistance du *Pendule* trop diminuée; parce que les petites différences auxquelles on doit toujours s'attendre dans l'exécution, auroient eu trop d'influence sur la *comparabilité*. Il ne falloit pas non plus aller trop loin dans le sens contraire; parce qu'il convenoit que l'*Électromètre fondamental* servît immédiatement aux principales Expériences sur les *Loix* des Phénomènes électriques; & j'ai dit ci-devant, comment ces Expériences ont déterminé, tant la grosseur des *Balles*, que la longueur de la suspension de la Balle mobile. Je crois donc avoir fixé par des raisons suffisantes, tout ce qui appartient à cet *Électromètre fondamental*;

& voici maintenant les autres classes d'*Électromètres* que j'ai faits d'après celui-là.

416. On ne peut pas appliquer des *Balles* plus petites que celles de ce premier *Électromètre*, aux *Conducteurs* sur lesquels on agit immédiatement avec une *Bouteille de Leyde* de médiocre grandeur ; parce qu'elles produiroient des *Aigrettes*. Je ne crois pas non plus qu'on pût diminuer sans quelque inconvénient, la Surface *conductrice* des autres pièces de cet *Électromètre* ; car je les ai rendues aussi petites qu'elles pouvoient l'être convenablement. Mais quand il ne s'agit que de l'Action d'un Corps *électrisé* sur d'autres Corps, on peut souvent appliquer à ceux-ci de plus petits *Électromètres* ; parce que le danger des *Aigrettes* n'est plus si grand, & qu'alors il y a de l'avantage à diminuer le rapport de la Surface *conductrice* de l'*Électromètre*, avec celle du Corps auquel il est appliqué. J'en ai donc une seconde classe, dont les dimensions sont telles que la *Fig. 1* les donne immédiatement ; c'est-à-dire la moitié de celles de l'*Électromètre fondamental*, à l'exception de la hauteur du *Pied*, & de la longueur du petit *Conducteur*, qui doivent toujours être les mêmes. La Balle de cire du *Contre-poids* diffère aussi de cette dimension, parce que c'est par elle que

cette seconde classe d'*Électromètres* doit être mise d'accord avec la première : ce qui s'exécute en les faisant communiquer l'un à l'autre par leur *Bouton*, & les électrisant en commun. Il faut donc, ayant d'abord une Balle de cire plutôt trop grosse que trop petite, la diminuer jusqu'à ce que les deux *Électromètres* marchent d'accord.

417. Dans les cas où l'on veut porter les *Balles* des *Électromètres* hors de l'*Influence* des Corps électrisés, il faut allonger leurs *Conducteurs* ; ce qui se fait par une Pièce dont la Coupe est représentée dans la *Figure 7*. C'est un Canon de léton *a a*, qui reçoit à vis, d'un côté l'extrémité du *Conducteur* dont on a ôté la Balle, & de l'autre une nouvelle Baguette de léton, qui, étant aussi à vis à l'autre extrémité *b*, reçoit alors la Balle. Cette Baguette additionnelle peut être de telle longueur qu'on veut, pourvu que la Base de l'Instrument soit assez solide. On pourra l'allonger davantage, en employant une Paille au lieu d'une Baguette de léton.

418. Plus les Corps sur lesquels on opère sont petits, plus il faut diminuer les *Électromètres* ; tout comme il faut employer des Ther-



momètres d'autant plus petits, que la masse des Substances auxquelles on les applique est moindre. J'avois donc besoin de bien petits *Électromètres*, dans les Expériences sur les petites Plaques de léton appuyées contre différentes parties d'un Disque électrisé (§ 372). J'employai d'abord un Fil de lin doublé, fixé au bout d'une Baguette de verre ; mais n'ayant par-là qu'un *Électroscope* très-irrégulier, je songai aux moyens d'avoir un *Électromètre* qui n'eût pas plus de Surface, & j'arrivai à celui qui est représenté par la *Fig. 8*. Sa grandeur n'a rien de déterminé ; plus il sera petit, mieux il remplira son but. Il est fait de deux *Brins de Foin*, & l'on en trouve de très-minces au haut des tiges de certains *Gramens* ; ainsi il ne s'agit que de plus de dextérité, pour les rendre plus petits. Ces Brins ont une propriété bien commode ; c'est qu'on peut les redresser parfaitement & qu'ils se conservent droits. L'un des Brins *f g*, est immobile, & l'autre *c c*, est mobile. Je les ai représentés plus en grand dans la *Fig. 9*, pour expliquer la manière dont ils sont montés. Il n'y a pour tout *Conducteur* dans cet *Électromètre*, qu'un bout de Fil de léton de Guitare *a b*, qu'il faut supposer vu en perspective par-dessous, la partie *a* étant en avant. Le Brin *c c* des deux *Figures*, est fendu en *d*,

pour recevoir , à angle droit , un bout d'un Brin plus gros , qui doit y être collé. La branche horizontale *a* du Fil de l'éton , passe librement dans ce petit tube , & une petite masse de cire molle *e*, fixée à son bout, l'empêche d'en sortir. Le Brin pend ainsi librement sur ce petit tube *d*, comme sur un Axe. Un autre bout d'un pareil tube, sert à fixer le Brin immobile *f g*, à la branche *b* du Fil de l'éton ; cette branche & le Brin entrant dans le petit tube & y étant collés. Mais auparavant, il faut faire passer la branche *b* dans un anneau *b*, fait à l'extrémité *b i*, (*Figures 8 & 9*) d'un bras de verre ; & quand les trois petites pièces sont réunies, on les fixe dans ce trou, par une goutte de colle de poisson, en maintenant cette branche dans la situation où elle est représentée dans la *Fig. 8* jusqu'à ce que la colle soit sèche. Ce Brin est aussi traversé, en croix, d'un bout *k* d'autre Brin , *Fig. 8 & 9*, pour prévenir que le Brin mobile ne passe de l'autre côté & ne diverge en sens contraire, comme cela lui arrivoit quelquefois avant cette précaution. Enfin j'ai mis à toutes les extrémités des Brins, une goutte de cire d'Espagne, pour prévenir la dissipation du Fluide électrique.

419. L'Échelle *lm* de ce petit Instrument, semblable à celle des autres *Électromètres*, est portée par une Baguette de verre *np*, partant de la pièce de bois *o, o, o, o*, *Fig. 8*, qui réunit toutes les pièces du haut de l'Instrument. Elle est percée dans le sens de sa longueur de deux trous de différens diamètres, l'un recevant la tige de verre *q*, qui appartient au Pied, & l'autre le Bras de verre *ib*. Deux cercles concentriques, ponctués sur la coupe de cette pièce, marquent la place d'une Cheville, qui porte la Baguette de l'*Echelle*; & celle-ci est ramenée dans le plan de la coupe de l'Instrument, au moyen d'un groupe de pièces de bois *r*, où elle tourne sur le tourillon d'une Cheville. Le mouvement de l'*Echelle* sur ce tourillon, & la faculté qu'a la Baguette de verre de glisser dans le trou de la Cheville qui la porte, servent d'*Ajustement* pour amener l'*Echelle* dans telle position qu'elle aît pour Centre le point de suspension *d* du Brin mobile. Je l'ai mise sous les Brins, & non à côté, comme dans les autres *Électromètres*; parce que dans cette dernière position, le Brin mobile s'y portoit; ce qui gênoit son mouvement. La division de cette *Echelle* est la même que dans les autres *Electromètres*, & l'on peut, au moyen de la partie *c*

du Brin mobile qui sert de *Contre-poids*, lui faire indiquer le même degré qu'eux quand il leur est appliqué. Mais comme les petits Corps minces, tels que les petites Plaques de léton dont j'ai parlé ci-dessus, ne peuvent pas conserver de grands degrés d'*Électrification*, à cause de leurs bords tranchans ; on peut aussi faire servir cet Instrument de *Micromètre*, d'après la méthode que j'indiquerai ci-après, en laissant la partie *c* plus longue, afin que le Brin s'écarte avec moins d'effort. Cette simple indication suffira, quand on aura vu d'autres applications de la méthode dont je parle.

420. On a donc ainsi un véritable *Électromètre* pour les petits Corps ; ce qui devient utile en plusieurs cas, & par exemple, dans les Expériences relatives à la distribution du *Fluide électrique* entre les Corps contigus, ou sur les mêmes Corps, que j'ai faites en leur appliquant de petits Corps isolés, & examinant leurs divers degrés d'*Électrification*. Et si les recherches à cet égard venoient même à exiger qu'on tint compte de ce que cet Instrument, tout petit qu'il est, enlève ou fournit de *Fluide électrique* à de petits Corps, on pourra le faire encore, en employant deux *Électromètres* semblables, qu'on leur appliquera l'un après l'autre,

observant quel changement résultera sur le premier, de l'application du second ; ce qui fournira le moyen de connoître, de combien l'*Electrification* du Corps avoit été affoiblie par sa conjonction avec le premier *Electromètre*. La même méthode peut être employée, dans tous les cas où l'on veut déterminer exactement le degré d'*Electrification* d'un Corps, par l'application d'un *Electromètre*.

421. Les deux classes d'*Electromètres* que je viens de décrire, outre l'*Electromètre fondamental*, ne sont que des *diminutifs*, des espèces de Substituts, de ce dernier ; mais il falloit avoir des *Mégamètres* & des *Micromètres* électriques : car par exemple, l'*Electromètre fondamental* ne peut être appliqué, ni au *premier Conducteur* d'une Machine électrique ; qu'il décharge sans cesse par des *Aigrettes* ; ni à des Corps dont l'*Electrification* est au-dessous d'un degré. J'ai donc eu recours à d'autres moyens pour ces deux cas, & voici d'abord celui que j'emploie pour les grands degrés d'*Electrification*. Le principal défaut de tous les *Electroscopes* qu'on a appliqués jusqu'ici aux *premiers Conducteurs* des Machines électriques, est la petitesse de leurs Balles. La première condition d'un *Mégamètre* électrique, est que ses *Balles* soient



d'une telle grosseur, que la Machine ne puisse leur faire produire des *Aigrettes* ; car celles-ci déchargent le *premier Conducteur*. Les Balles de deux pouces de diamètre dont j'ai parlé ci-devant (§ 368), appartiennent à mon *Mégamètre* ; & elles ne sont pas trop grosses, quoique ma Machine soit médiocre. Il en faudra donc de plus grosses pour de plus grandes Machines. On en fait à *Londres* pour les *Aéromètres*, dont le diamètre a jusqu'à trois ou quatre pouces, & qui cependant sont très-légères ; mais on peut aussi employer de petites *Citrouilles* vuides, en les faisant dorer avec soin.

422. La Monture de ces grosses *Balles*, ne diffère de celle de l'*Électromètre fondamental* que par la grandeur des parties, qui doivent, pour la plupart, être proportionnées aux *Balles*, pour prévenir les *Aigrettes* ; & par exemple, au lieu de *Pailles* pour suspendre les *Balles*, il faut employer des *Roseaux*. Entre les parties qui ne suivent pas la proportion de l'agrandissement des *Balles*, se trouve d'abord le Pied ; qu'il faudra faire d'une hauteur & d'une forme convenables à la Machine : puis l'Anneau coupé qui porte l'axe de la Balle mobile ; dont l'épaisseur ne doit pas augmenter proportionnellement à l'augmentation de son diamètre ; parce qu'il deviendrait

trop difficile à ouvrir : le *Conducteur* encore, qui, dans son tube de verre, ne dissipe pas le Fluide, peut n'être pas grossi à proportion des *Balles* : enfin la Balle de cire du *Contre-poids* fera plus petite que dans cette proportion, & en voici la cause. La détermination du Mouvement de la *Balle mobile*, est tirée de l'*Électromètre fondamental* : il faut que lorsque celui-ci indique 40 degrés, le *Mégamètre* n'en indique que 4 : & c'est par le *Contre-poids* qu'on produit ce rapport. Pour les observer ensemble, il faut que le *premier Conducteur* de la Machine n'ait qu'une seule pointe, mise au bout d'une pièce de bois, afin qu'il se charge fort lentement. On lui applique alors les deux *Électromètres*, & l'on fait agir la Machine graduellement, jusqu'à ce que la Balle de l'*Électromètre fondamental* arrive au 40<sup>me</sup> degré. Si alors le *Mégamètre* indique 4° sur son Échelle, il sera fini ; sinon, il faudra l'y amener par le *Contre-poids*, en changeant, ou la grosseur de la Balle de Cire, ou la longueur de la Baguette de Verre. Le *Mégamètre* étant accordé avec l'*Électromètre* à ce seul point, ses Degrés seront sensiblement *décuples* de ceux de l'autre. On seroit surpris de ce rapport, vu ce qu'on fait des Marches correspondantes des *Pendules* ordinaires de différens poids, si je ne disois à

l'avance, qu'il s'agit ici d'une Marche *Mécanico-physique*, & que les Règles de la Mécanique n'y entrent, que pour l'analyse du Phénomène ; ce que j'expliquerai.

423. J'ai peu étudié les Phénomènes auxquels ce *Mégamètre* électrique est applicable ; parce que j'avois trop d'autres objets à suivre : j'indiquerai donc seulement quelques remarques que j'ai faites à son sujet. Dès qu'on a passé le degré d'*Électrification* que peut mesurer l'*Electromètre fondamental*, la Marche du *Mégamètre* devient de plus en plus oscillante, & enfin elle l'est à tel point, qu'il n'y a plus que des élans & des chûtes. C'est l'effet de la dissipation du *Fluide électrique* dans l'Air, dont la réparation se fait par secousses. Dans les tems les plus favorables, cette dissipation est déjà très-prompte quand l'*Electromètre* est à 40° ; & elle s'accroît de plus en plus à mesure que le degré de l'*Électrification* augmente. De là vient qu'il faut toujours une certaine proportion, entre la grandeur de la Surface d'un *premier Conducteur*, & le pouvoir de la Machine ; car la dissipation totale est plus grande sur une plus grande Surface ; & si la Machine ne fournit pas du *Fluide électrique* proportionnellement à la grandeur du Conducteur, le degré d'*Électrification* s'élève

d'autant moins qu'il y a plus d'écart à cet égard. Le *Mégamètre* pourra donc servir à déterminer la grandeur des *premiers Conducteurs*, relativement au pouvoir des Machines; afin d'obtenir en même tems, les plus grandes *Étincelles* & le plus haut degré d'*Électrisation*. Mais il faudra d'abord que l'Expérience enseigne la meilleure manière d'employer le *Mégamètre*; à quoi j'ai trouvé des difficultés. Le degré d'*Électrisation* augmente jusqu'à un certain *Maximum*, lorsqu'on fait mouvoir plus rapidement la Machine; mais alors la Balle du *Mégamètre* oscille avec tant de force, qu'à moins d'une étude particulière de ses mouvemens, on ne peut juger de rien; & si pour la conserver plus tranquille, on fait mouvoir lentement la Machine, ou qu'on diminue le nombre des Pointes qui reçoivent le *Fluide*, on reste indubitablement au-dessous du *Maximum* d'*Électrisation*. J'avois songé à faire mouvoir la Baguette de la Balle, entre deux Arcs garnis à l'intérieur d'une barbe de Plume, qui la laissent passer quand elle s'écarteroit, & empêcheroient son retour, & qu'on pourroit ouvrir pour la laisser redescendre; ce que j'ai exécuté autrefois pour le Pendule d'un *Anémomètre*; mais je n'ai pas eu le loisir de mettre cette idée en exécution.

424. J'ai distingué ci-dessus la *grandeur* des *Etincelles*, du *degré d'Électrification* ; parce que si des *Conducteurs* également *électrisés* sont de *grandeur* différente, les *Etincelles* & les *Aigrettes* du plus grand *Conducteur* seront plus grandes que celles de l'autre. Quand on présente à un *premier Conducteur*, un Corps en communication avec le Sol ; ce Corps devient *négatif*, & le *Fluide électrique* s'accumule vers le point du *premier Conducteur* qui s'en trouve de plus près. Plus le Corps sera éloigné du *premier Conducteur*, plus il faudra que la différence entr'eux devienne grande pour que l'*Etincelle* parte. L'*Etincelle* partira donc, à une plus grande distance, ou plus fréquemment à une même distance, lorsqu'il pourra s'établir une plus grande différence entre ces points opposés. Or l'étendue du *Conducteur* y contribue, comme celle des Mers influe sur la *grandeur* des *Marées*. Voici donc l'idée que je me suis formée du *Maximum* d'étendue d'un *premier Conducteur* pour toute Machine. En l'agrandissant jusqu'à un certain point, on agrandira sensiblement les *Etincelles*, sans diminuer à proportion le *degré d'Électrification* auquel il pourra arriver ; *degré* indiqué par le *Mégamètre*. Mais au-delà de ce point, les *Etincelles* n'augmenteront plus à proportion de ce que le *degré d'Électrification* diminuera.



C'est-là tout ce que j'ai cru appercevoir dans le peu d'usage que j'ai fait de mon *Mégamètre*. La nature de mes Expériences me conduisoit plus naturellement à déterminer de petits degrés d'*Electrification*, & ainsi à la recherche & à l'étude d'un *Micromètre*, qu'à celle d'un *Mégamètre*; & dès que je commençai à m'occuper de cette première recherche, le moyen que je tentai pour y arriver, me fournit lui-même des Phénomènes dignes de la plus grande attention, qui, lorsqu'ils seront bien déterminés, seront immédiatement applicables au *Mégamètre*.

425. Il étoit fort naturel d'imaginer, qu'une Balle plus légère seroit mue par de moindres degrés d'*Electrification*; & qu'ainsi, en substituant à la *Balle mobile* de l'*Electromètre fondamental*, des Balles plus légères dans certaines proportions, il deviendroît *Micromètre* à divers degrés; sauf à construire des Tables, qui donnassent les rapports des degrés de *divergence* de ces divers *Pendules*, avec les degrés d'intensité de la force qui les faisoit mouvoir. Je ne doutois point qu'il ne fallût déjà une telle Table, pour juger des degrés d'*Electrification* par la Marche de l'*Electromètre fondamental*; & je serois resté dans l'erreur à cet égard, si je n'avois pas songé à faire des *Micromètres*. C'est donc

donc par eux que j'ai été détrompé ; ce que j'expliquerai, après avoir indiqué la construction de mes Balles *micrométriques*.

426. Ces nouveaux *Pendules* ont une même espèce de suspension que le *Pendule* Fig. 3, Pl. I ; parce qu'ils doivent pouvoir être substitués à celui-là : ils ont donc aussi la même longueur, du point de suspension, au Centre des Balles respectives *n* ; mais ces Balles sont de diverses grosseurs & substances. La Balle de mon premier *Micromètre* est de *Moëlle de Sureau* ; elle n'a que  $4\frac{3}{4}$  lig. de diamètre (0,42 pouce *Angl.*) & au lieu d'une Paille pour Baguette, elle n'a qu'un Brin de Foin. La Baguette de verre pour le *Contre-poids*, est aussi plus mince & plus courte que celle du *Pendule fondamental* ; & au lieu d'une Balle de cire d'Espagne faite sur le tour, j'en fais fondre seulement une petite masse à l'extrémité de la Baguette, & je l'arrondis tandis qu'elle est molle, en faisant tourner la Baguette entre mes doigts. C'est par ce *Contre-poids*, que je détermine le degré de résistance du *Pendule*, d'où dépend celui de sa divergence par les mêmes degrés d'Électrification. Lorsque cet *Electromètre* est en conjonction avec un *Electromètre fondamental*, la Balle doit s'élever à 40° quand l'autre s'élève

à 4°; par où, faisant abstraction de la Marche naturelle des *Pendules*, les *degrés* de ce premier *Micromètre*, seront des 10<sup>mes</sup> de ceux de l'*Electromètre fondamental*.

427. J'ai un second *Micromètre*, semblable en tout au premier excepté pour les grosseurs. Sa Balle de Moëlle n'a que  $2\frac{1}{2}$  lig. de diamètre (0,22 p. *Angl.*); le Brin de Foin qui la porte est très-mince; le *Canon* de suspension est très-léger; & le Contre-poids est proportionné à la Marche que doit avoir cette petite Balle. Je dois faire observer, à l'égard de ces deux nouveaux *Pendules*, que leurs *Balles* étant plus petites que celle du *Pendule fondamental*, il faut avancer près d'elles la Balle immobile *m* (*Fig. 1, Pl. I*), afin qu'elle les rencontre dans leur situation verticale. On peut obtenir sans peine que le premier *Pendule micromètre* pende alors librement; mais cela est très-difficile pour le second, & j'ai été obligé de lui laisser un peu de tendance à se porter contre la Balle *m*. Ce dernier *Pendule* doit être ajusté par son *Contre-poids*, de manière qu'étant *électrisé* conjointement avec le premier *Micromètre*, il indique 40° tandis que l'autre n'indique que 4°. Ainsi ses *degrés*, indiqués toujours sur la même *Echelle*, deviennent des 100<sup>mes</sup> de ceux de l'*Electromètre fondamental*.

Les mêmes Montures fervent à tous ces *Pendules*, & on les fubftitue les uns aux autres fuivant le befoin.

428. Ce dernier *Micromètre*, lorsqu'il eft bien fait, eft auffi fenfible que l'*Electroſcope* de M. CAVALLLO. Je fupplée, en *touchant l'Echelle*, au petit défaut que je fuis fouvent obligé de laiffer au mien, pour éviter le défaut contraire; c'eſt-à-dire, à la petite pente de la Balle mobile à fe jetter contre la groſſe Balle. L'*Echelle touchée*, produit le même effet que les petites lames de feuille d'étain appliquées aux côtés de la Bouteille de l'*Electroſcope* de M. CAVALLLO; & il fuffit d'éprouver, lorsque la Balle a déjà un peu de divergences, quelle augmentation y produit l'attouchement de l'*Echelle*, pour en conclure quel eft le degré d'*Electrifation*, lorsqu'il faut toucher l'*Echelle* pour produire du Mouvement dans la Balle. Si l'on réuſſiſſoit à la faire pendre librement, elle fe mouvroit, fans cette aide, par d'auffi petits degrés d'*Electrifation* que l'*Electroſcope* de M. CAVALLLO. J'y ai réuſſi quelquefois, & j'eſpère que des ouvriers plus habiles y réuſſiront aifément.

429. Voilà ce que j'avois de plus eſſentiel à dire ſur les Principes & la Conſtruction de

mon *Electromètre*. Il est *comparable* ; puisque tout y dépend de *Poids* & de *Mesure* ; & il est applicable à tout degré d'*Electrification*, par son *Mètre* & ses *Micromètres*. Mais sa *Marche* est encore un *Mystère*, qui tient aux *Loix* du *Fluide électrique* ; & je crois qu'il sera aussi utile par lui-même à la découverte de ces *Loix*, qu'aucun des autres Appareils auxquels j'ai commencé à l'employer pour cette découverte. C'est ce que je montrerai après avoir décrit ces Appareils.

## SECTION X.

*De quelques Appareils électriques.*

430. JE dois à M. VOLTA l'idée générale de faire les Expériences électriques sur des *Disques*. Il employa un *Disque*, pour le Corps conducteur qui devoit être posé sur son *Electrophore*. Quelques Electriciens y ont substitué une Armure bombée, dans le dessein d'augmenter l'effet *electrophorique* par une plus grande Surface ; mais c'étoit ne pas connoître le Principe de l'Instrument : car toute la modification s'opérant au contact ; la calotte qu'on avoit ajoutée au *Disque*, ne faisoit que répandre cette modification sur une plus grande Surface, &



n'ajoutoit rien à l'effet. Un gros rebord suffit pour empêcher des *Aigrettes* à la séparation du Disque, quand l'*Electrophore* est à son plus haut degré d'effet. M. VOLTA a aussi employé un simple Disque pour son *Condensateur*; car c'est encore au contact seulement que tout l'effet s'opère. Enfin, c'étoit avec deux *Disques* de bois, couverts de feuille d'étain & soutenus en forme d'Ecrans par des Pieds de verre, qu'il donnoit la démonstration de son Système sur les *Influences électriques*, en appliquant à ces *Disques*, l'*Electroscope* ordinaire à cadran. Il eut la bonté, étant à *Londres*, de faire exécuter pour moi tous ces Appareils, & ce fut ainsi que je commençai mes Expériences.

431. Etant arrivé par degré à des Idées de *Mesure* dans les rapports des Causes aux Effets, tant sur les *Influences électriques* entre des Corps distans, qu'à l'égard de celles qu'exercent l'une sur l'autre les Surfaces des Lames *non-conductrices* & *lentement-conductrices*, je vis qu'une Paire de *Disques* accompagnés d'*Electromètres*, étoit le premier des Appareils que je devois chercher à perfectionner. Ces *Disques* & leurs *Electromètres* ont bien souvent changé de forme dans le cours de mes Expériences, & les détails des motifs de ces changemens ne feroient pas

sans utilité ; mais je me contenterai de décrire ceux auxquels je suis enfin arrivé au travers de beaucoup de tentatives.

432. La *Fig. 1, Pl. II*, représente la Section d'un de ces *Disques*, sur son Pied, & accompagné de son *Electromètre*, le tout réduit à la moitié de l'original. La coupe du Disque lui-même, par son diamètre vertical, se voit en *a, b, b, a* : il est de l'éton, fondu d'une seule pièce, tourné bien plat par devant, & rendu aussi mince que peut le permettre la conservation de sa forme. La Douille *b b* reçoit à frottement dur, un bras de verre coudé *c d*. Cette branche de verre est solide & vernissée, & elle est cimentée par le bas, dans une virolle de l'éton soudée à la plaque circulaire *e'e*. La hauteur de ce Pied doit être telle, que le Bouton conducteur des *Electromètres*, *Fig. 1, Pl. I*, corresponde au Centre du Disque. La Base *f f* est de bois dur, doublée d'une lame épaisse de plomb, & celle-ci d'une pièce de Drap ; parce qu'il faut qu'elle puisse glisser aisément sur une Table unie. Une telle Table, bien droite, horizontale, solide & assez grande, est un Meuble indispensable pour ces Expériences ; car il faut que les *Disques* puissent y changer de place, sans que les Balles de leurs *Electromètres* éprouvent des changemens

de position, ni des secousses. Pour sup p ce  
ce qu'il est presque impossible de courber la  
tige de verre parfaitement à angle droit, il y a  
un *Ajustement* à son Pied, consistant dans les  
deux Plaques circulaires *e e* & *g g*, dont la  
dernière est fixée à la Base. Ces Plaques, liées  
ensemble par les Vis *b b*, sont tenues écartées  
l'une de l'autre par deux pointes placées aux  
extrémités du Diamètre *i* de la Plaque *e e*. De  
forte qu'en desserrant une des vis & serrant l'au-  
tre, on peut amener le plan du Disque dans  
une situation verticale, quoique la Tige de  
verre ne soit pas courbée à angle droit.

433. L'*Electromètre* appliqué à ce *Disque*, est  
le même que celui que j'ai décrit ci-devant  
(*Fig. 1, Pl. I.*), à l'exception de son *Pied* & de  
son *Conducteur*. Le Tube de verre *m* qui lui  
sert de *Pied*, entre dans une pièce de bois *k k*,  
qui est retenue par une Vis *l* au Bras *c*. Quant  
à son *Conducteur*, au lieu d'être droit comme  
celui des autres *Electromètres*, il se courbe en *o o*  
pour venir s'appuyer derrière le *Disque*.

434. Dans les Expériences que j'indiquerai,  
il faut avoir deux Instrumens semblables, avec  
cette seule différence, que pour la commodité  
de l'observation lorsqu'ils sont en face l'un

de l'autre, il faut que l'*Echelle* de ce second Disque soit située, comme elle le seroit dans la *Figure* vue au Miroir. Car quoique les *Echelles* doivent être tracées des deux côtés, j'ai trouvé qu'on observoit plus aisément, quand les *Balles* étoient devant l'*Echelle*, que lorsqu'elles se trouvoient derrière. Les deux *Disques*, étant rendus bien verticaux, doivent être en même tems de même hauteur : s'il s'y trouvoit quelque différence quand la Branche de Verre est cimentée dans la Virolle d'en bas, il faut y suppléer par l'épaisseur de la Base. Cette Paire de *Disques* devant particulièrement servir d'*Armures*, au Tableau magique, à l'Electrophore, au Condensateur, il faut que les deux Faces des *Disques* puissent s'appliquer exactement l'une à l'autre, pour que chacune s'applique ainsi aux Lames *non-conductrices* ou *lentement-conductrices* sur lesquelles elles doivent agir.

435. Le Cadre qui porte ces différentes Lames, est représenté par la *Fig. 10, Pl. I*, au quart des dimensions de l'original. Une planche *a a*, qui lui sert de Base, reçoit deux Piliers de verre vernissé *b c* & *b c*, par des pièces de bois dans lesquelles ils sont fixés & qui entrent à vis dans la Planche. Une Baguette de verre *d d*, réunie aux Piliers dans le

haut, par des pièces de bois dont on voit la coupe en *ee*, complète le Cadre. Les *Lames* diverses, comme *ffff* sont suspendues dans ce Cadre par des Cordons de Soie. Celle que la *Figure* représente, est un *Tableau magique* simple, fait d'une lame quarrée de verre, vernissée des deux côtés, excepté dans la partie désignée par le cercle ponctué, contre laquelle les *Disques* s'appliquent de part & d'autre : & comme ceux-ci doivent rester indépendans du Cadre, la planche qui lui sert de Base est échancrée des deux côtés en portion de cercle, entre les points *aa*, pour donner place aux Pieds de ces *Disques*, & leur permettre ainsi de venir s'appuyer contre le *Tableau*. Les Triangles ponctués *ffff* sont des espèces de Capuchons d'étoffe de soie, dans lesquels entrent les quatre angles de la Lame de verre, & qui servent à retenir un Cordon de Soie, désigné par la ligne ponctué qui fait le tour de la Lame. Ce Cordon est cousu sur les Triangles, qui, se trouvant solidement fixés par ce moyen, portent d'autres Cordons par lesquels la Lame est retenue dans la position nécessaire. Elle est d'abord suspendue à des Crochets *ii*, par un Cordon cousu aux deux Triangles supérieurs ; & comme ces Crochets peuvent se mouvoir le long de la Baguette *dd*,



en les rapprochant ou les écartant on peut fixer exactement la hauteur du *Tableau*. Enfin, quatre autres Cordons *g g g g*, cousus aux quatre *Triangles* & attachés aux Piliers, rendent le *Tableau* solide.

436. Les autres parties de cette même *Figure* que je dois expliquer, répondent au but de décharger le *Tableau* par lui-même ; ce dont je dirai les motifs dans la suite. Pour cette opération, j'ai des Balles mobiles qui s'appliquent aux *Disques*, de manière qu'en les rapprochant par des Cordons de Soie, je mets les deux *Disques* en communication immédiate l'un avec l'autre. Une de ces Balles, avec sa Monture mise à sa place sur le *Disque*, est représentée dans la *Fig. 6, Pl. II.* On y voit en *a a*, la Coupe d'une moitié du *Disque*, & celle d'une pièce de léton *c c*, d'environ  $\frac{1}{3}$  de pouce de largeur, retenue par un de ses bouts, qui est en biseau, sous le rebord du *Disque*, & par le frottement de son autre bout contre la Douille *b*. Au point *d* de cette plaque, entre la baguette courbe d'une Balle de léton *e*, & elle y est retenue par une Goupille sur laquelle elle peut se mouvoir. Un Ressort *f g*, portant à l'extrémité *g* une petite virolle qui embrasse la baguette de la Balle, tient celle-ci écartée ; & au moyen d'un

Cordon de Soie *b*, on peut l'amener dans la situation représentée par les lignes ponctuées.

437. Je reviens à la *Fig. 10, Pl. I*, où la place de ces Balles mobiles appliquées aux *Disques*, est indiquée par les lignes ponctuées *l, k*. Le Pilier voisin des Balles *k*, porte à chacun de ses côtés un petit anneau de l'èton *m*, lié par un Cordon de Soie. Les Cordons qui partent des Balles, passent dans ces anneaux, & descendent le long du Pilier, en *b*, pour venir passer dans deux Poulies situées de part & d'autre du Pilier, comme en *n*, & se réunir au-delà de ces Poulies. Tandis qu'on *charge* le *Tableau*, les Balles étant libres, sont tenues écartées par leurs Ressorts : & quand on veut le *décharger*, il suffit de tirer les Cordons réunis ; ce qui fait rencontrer les deux Balles, en *k* entre le *Tableau* & le Pilier.

438. Les Opérations relatives au *Tableau*, peuvent se faire sur la Table même de la Machine électrique. Dans la *Charge* ordinaire, j'établis des *Communications* mobiles, entre un des *Disques* & le *premier Conduèteur*, & de l'autre *Disque* au Sol. La première de ces *Communications* doit être fort longue, afin de tirer l'Appareil, le plus qu'il est possible, hors

de l'Influence du *premier Conducteur* : quand la *Charge* est finie, il faut décharger celui-ci, afin de faire cesser toute son Influence dans les observations suivantes : & pour en diminuer d'autant plus l'effet, il faut que le plan du *Tableau* soit dans la direction du *premier Conducteur*, afin que les *Balles* des *Electromètres* se meuvent latéralement dans un plan qui coupe cette direction à angle droit. Quand je charge le *Tableau* par lui-même, j'ôte le *premier Conducteur* de la Machine, & je lui substitue une simple Boule isolée, portant le Râteau. Un gros Fil de léton, partant du Frottoir, passe en cercle au-dessus du Cylindre de la Machine, à 7 ou 8 pouces de distance, & vient apporter une autre Boule devant la Machine, après avoir passé au Sommet d'un Pied isolant qui le rend ferme. Enfin, des *Communications* mobiles, s'appliquent à ces Boules & aux *Disques*, pour la *Charge*, & elles peuvent être enlevées en un instant. Le Cylindre de ma Machine a 9 pouces de diamètre ; & ses bases de même qu'une partie du Cylindre, sont vernissées en dedans & en dehors ; de sorte que la partie frottée a un isolement de 5 pouces. Toute la *Charge* se fait donc par l'appareil même, sans l'aide du *Sol* ni de l'*Air* ; car tout est isolé & arrondi dans l'Appareil : & l'on peut arrêter la *Charge* dans tous ses degrés, pour

examiner ses effets dans les *Armures* & sur la *Lame*.

439. Je vais décrire maintenant d'autres *Disques*, que j'ai employés à nombre d'Expériences, & en particulier à celles qui regardent les *Influences électriques*, rapportées dans la Section V de ce Chapitre. La plupart de ces *Disques* sont du même diamètre que ceux dont je viens de parler ; parce qu'ils servent souvent ensemble : ils sont d'un Fer blanc fort & bien plat, & ont un rebord très-uni, formé sur un gros fil de fer. La manière dont ils sont portés sur leurs *Pieds*, est indiquée par la *Fig. 2, Pl. II.* Un Tourillon de l'éton *a a*, entre à vis dans une pièce soudée sur le bord du Disque ; par où je puis l'ôter dans les Expériences que je fais sur des Disques suspendus, dont j'ai parlé ci-devant (§ 383). Ce Tourillon entre dans une pièce de bois *b b*, qui elle-même entre dans un Tube de verre vernissé *c c* : ce Tube est de telle longueur, qu'avec la pièce de bois *e*, à laquelle il est joint par le bas, & une Base où cette pièce entre à vis, les *Disques* de cette espèce sont à la même hauteur que ceux que j'ai décrits ci-devant.

440. Les *Bases* des supports de ces Disques varient suivant les cas ; mais je dois décrire

particulièrement celles que je leur applique dans les Expériences des Groupes de trois *Disques* dont j'ai parlé dans la Section V. La *Fig. 3, Pl. II*, est le Plan d'un de ces Groupes, au *quart* de toutes ses dimensions. La Planche qui porte les *Disques* avec leurs *Electromètres*, & sur laquelle deux d'entr'eux se meuvent, est représentée par *a a b b* : son étendue du côté *bb* doit être assez grande pour porter les *Electromètres* ; à moins qu'on ne préfère d'avoir une planche séparée de même épaisseur, mise à côté de celle-là ; ce qui revient au même. Les plans des trois *Disques* sont représentés par les lignes ponctuées *A, C, B*, à un pouce de distance les uns des autres : c'est la plus grande proximité que leurs Bases puissent permettre. Les Tiges de Verre qui portent ces *Disques*, sont inégales ; celle du *Disque A* étant plus longue que les deux autres de toute l'épaisseur de la *Base* de ceux-ci ; parce qu'elle est fixée immédiatement sur la Planche en *a a*. Ces trois *Disques* étant ainsi à même hauteur, doivent avoir celle des *Disques Fig. 1* de la même Planche. Les *Bases* mobiles des *Disques C & B*, savoir *c c c* & *b b b*, permettent aux *Disques*, par leur forme ; de se rapprocher comme on le voit dans *Figure* ; elles doivent être doublées de plomb pour leur donner de la solidité. Deux petites



tringles *a a* & *d d*, servent à faire glisser aisément sur une même ligne ces Disques C & D, quand on veut les écarter l'un de l'autre & du Disque A ; & des lignes parallèles, tracées sur la planche qui les porte, à un pouce de distance les unes des autres, indiquent immédiatement les distances entre les Disques. Enfin les *Communications*, qui doivent être établies en quelques parties des Expériences & enlevées en d'autres, sont portées par des Pieds isolans, fixés en *e e* sur la Base du Disque C.

441. En détaillant les Expériences sur ces Groupes, j'en ai supposé deux ; l'un B, C, A, que j'électrifois, l'autre *a, c, b* sur lequel s'exerçoit l'*Influence* de ce premier. Mais il n'est pas nécessaire d'avoir réellement deux Groupes ; car il seroit trop difficile de les observer à la fois. J'emploie donc le même Groupe aux deux classes d'Expériences ; & l'un des Disques *Fig. 1*, tient lieu tour-à-tour de l'autre Groupe. Ainsi, quand je veux observer les Effets de l'*Influence* d'un Corps électrisé sur un pareil Groupe ; au lieu du Groupe B, C, A, pour exercer cette *Influence*, j'emploie le Disque *Fig. 1* ; & alors ceux que je viens de décrire, deviennent le Groupe *a, c, b*. Puis quand je veux observer ce qui arrive au Groupe élec-

*trisé* lui-même, par l'*Influence* qu'il exerce sur d'autres Corps, j'*électrise* ce Groupe *Fig. 3*, qui devient alors le Groupe B, C, A, & je lui fais exercer son *Influence* sur le Disque *Fig. 1*.

442. Les *Communications*, dont j'ai fait mention tant dans cette Expérience que dans plusieurs autres, sont de simples Fils de léton; tournés en Anneaux à leurs extrémités, tels que celui dont on voit une partie en *aa*, *Fig. 4*. Ces Fils sont tenus fixés au bout de Baguettes de Verre vernissé, par un petit ruban lié sur la Baguette. On voit la forme de ce lien dans la *Fig. 5*, où le petit cercle *a* représente la coupe du Fil de léton, pressé par le Ruban *cc*, lequel est fortement lié en *b*. La longueur de ce Fil de léton devant varier suivant la distance des Corps, on peut le charger, en faisant passer son anneau sous le Ruban, par le côté; & si le Ruban se relâche & ne tient pas le *Fil* assez ferme, on peut le fixer avec de la Cire molle. Dans les Expériences passagères, il suffit que ce *Fil* soit au bout d'une Baguette qu'on tienne à la main; mais dans celles qui exigent d'être répétées, où il faut alternativement mettre & ôter les *Communications*, & dont on peut préparer les Appareils à l'avance, il faut

faut qu'elles se meuvent à charnière sur un pied isolant ; comme on le voit dans la *Figure 4*. La Baguette *b* est alors fixée à une pièce de bois *c c*, qui s'ajuste à charnière avec une autre pièce de bois *d d*, portée par la Tige de verre *e*. La Baguette *b* pouvant tourner dans la pièce de bois *c c*, on peut donner au Fil conducteur l'inclinaison nécessaire, pour qu'il s'applique en même tems à deux Corps dans quelque position qu'ils soient ; sur lesquels alors il devra reposer par son propre poids ; & par un cordon de soie attaché à sa Baguette, on l'enlèvera quand il sera besoin,

443. Une autre Baguette de Verre vernissé, semblable à celle de la *Figure 5*, tient, de la même manière, un Fil de l'éton pointu à ses deux extrémités, dont l'usage est très-important dans toutes ces Expériences. Les *Electromètres* ne sont presque d'aucun usage, quand on électrise les Corps par des *Etincelles* ; car elles font osciller les *Balles*, comme des Pendules qui ont reçu une secousse ; & avant qu'elles se fixent, l'*Electrisation* est déjà en plus grande partie dissipée. J'emploie donc ce Fil de l'éton pointu des deux côtés, pour faire passer le *Fluide électrique* dans les Corps, en leur présentant une de ses pointes, & approchant de

l'autre le Bouton de la *Bouteille*. La *Balle* s'élève alors graduellement ; & quand elle est arrivée au point que l'on fouhaite, on retire le *Fil* contre le Bouton de la *Bouteille*, qu'on éloigne en même tems. Ce même *Fil* est nécessaire pour les Décharges mesurées. Lorsqu'on fait des Expériences sur les Marches correspondantes des *degrés d'Electrification* & de leurs *Influences*, on peut les suivre durant quelque tems par la simple décharge spontanée du Corps électrisé. Mais quand l'Electrification est réduite au-dessous de  $10^{\circ}$ , si le tems est favorable (& l'on ne peut jamais opérer sans cela) la décharge spontanée devient extrêmement lente. Il faut alors l'accélérer, en approchant du Corps une des pointes du *Fil* ; & même enfin en approchant le doigt de l'autre pointe. Dans les Expériences par lesquelles M. VOLTA a démontré, que le Corps *électrisé*, en *influant* sur un autre Corps, éprouve lui-même son influence (Expériences qui consistent à électriser successivement un Disque, à mesure qu'on électrise l'autre en sens contraire en le *touchant*) ; pour éviter les oscillations des *Balles*, qui empêchent d'observer avec la moindre exactitude, ayant la *Bouteille* à la main droite, je tiens à la main gauche la Baguette de verre portant le *Fil* à deux pointes, & un autre Fil conducteur qui se ter-

mine en crochet pointu : le premier sert à charger l'un des Disques, & le dernier à toucher l'autre Disque : par où je fais ces opérations alternatives presque aussi promptement, que la personne à qui j'en dicte les résultats peut les écrire ; parce qu'il n'y a point de balancement sensible dans les Balles.

444. Je terminerai la Description de mes principaux Appareils électriques, par celle des différentes Lames *non-conductrices* que j'ai employées comme *Tableaux magiques* & *Electrophores*. Dès que j'eus entrepris l'analyse des Phénomènes de la *Bouteille de Leyde* par le *Tableau magique*, mes anciennes idées sur la substitution d'autres Lames *non-conductrices* au *Verre*, me revinrent à l'esprit. Je ne songeai pas d'abord à une lame isolée ; je suivis ma première méthode, qui consistoit à couvrir de Substance *non-conductrice*, une lame métallique. Pour cet effet je fis faire un Disque de Fer-blanc d'un pied de diamètre, bien plat, & à gros rebord bien uni ; & pilant de la meilleure *Cire d'Espagne*, j'en tamisai à sa surface du côté du rebord, de manière à l'en couvrir légèrement, & je fis fondre cette Cire, qui produisit un simple vernis. Je ne passai pas ici de quelques inconvéniens que je trouvai dans



la Cire *rouge*, ni du moyen par lequel j'y remédiai ; il suffit de dire, qu'une telle *Lame de Cire*, aussi mince qu'une carte à jouer, se *charge & décharge* comme une *Lame de Verre*.

445. En suivant mes Expériences sur cette première *Lame de Cire d'Espagne*, j'y trouvai de l'obscurité, à cause de l'*Armure* qui en étoit inséparable, comme dans les *Electrophores* communs : ses Phénomènes étoient sensiblement différens de ceux du *Tableau de Verre* ; & quoique je crusse en appercevoir la Cause, je regrettois de ne pouvoir m'en assurer immédiatement, par une *Lame de Cire d'Espagne* isolée : voici comment enfin j'en obtins une, aussi grande & aussi mince que la première. Je pris un Cercceau de gros Fil de léton, & j'y cousis une Gaze épaisse, tendue en forme de Tambour. Je tamisai ensuite de la *Cire d'Espagne* sur cette Gaze, avec un Tamis un peu plus grossier que celui que j'avois employé pour le Fer-blanc, & je la fis fondre. Cette opération fut difficile, mais avec de la patience, donnant diverses positions à la Gaze devant le Feu ou sur le Feu, tournant fréquemment, remettant de la Cire où il en manquoit, & en ôtant où il s'en accumuloit, je parvins à faire une lame de *Cire d'Espagne*, de l'épaisseur ordinaire du Fer-

blanc, dans laquelle la Gaze a totalement disparu, qui a subi un grand nombre d'Expériences, & qui forme encore le meilleur de mes *Tableaux magiques*.

446. Ces deux sortes de *Tableaux* faits de *Cire d'Espagne*, ainsi que les Lames de *Verre* simples que j'employai d'abord, sont de vrais *Electrophores* après la *Charge* & la *Décharge* ordinaire. Je n'ai jamais pu leur faire produire par le simple *frottement*, d'aussi grands Effets *électrophoriques* que ceux qui résultent de cette première méthode. Cette Faculté se conserve long-tems sur la *Cire* ; mais quant au *Verre* simple, quoiqu'il produise d'abord de grands effets, ils sont bientôt dissipés. Lorsque j'eus apperçu cette différence, je voulus savoir si elle provenoit, de quelque perméabilité lente du *Verre* au *Fluide électrique*, ou de ce que l'*Air* lui en élevoit & lui en rendoit plus aisément qu'à la *Cire*, ou enfin de ce qu'il s'y propageoit plus aisément de proche en proche. Pour cet effet, ayant couvert le milieu d'une Lame de verre, d'un cercle de papier de la grandeur de mes Disques, collé par son bord, je couvris de *Cire d'Espagne* le reste de la Lame ; & ayant chargé & déchargé ce nouveau *Tableau*, je l'observai comme *Electrophore*.

Alors il s'en fallut fort peu, qu'il ne conservât la Faculté *électrophorique* aussi long-tems que les Lames de *Cire d'Espagne*. Il paroît donc; que le peu de durée de cette Faculté avant que j'eusse comme bloqué le *Fluide électrique* par de la *Cire d'Espagne*, venoit de ce qu'il se glissoit sur le *Verre* de proche en proche. Quant à la petite différence qui reste encore entre cet *Electrophore* & ceux de *Cire*, elle vient sans doute de ce que l'*Air* y a plus de prise. J'ai produit ensuite le même effet avec de simple *vernis résineux*; & je ne doute point, qu'un nombre suffisant de couches de ce *Vernis* sur une Lame de Fer-blanc, n'en fît un *Tableau magique* & un *Electrophore*.

447. Ces différens *Tableaux*, suspendus dans le *Cadre*, *Fig. 10*, *Pl. I*, ont pour *Armures* deux *Disques*, tels que celui qui est représenté dans la *Fig. 1*, *Pl. II*; & c'est sous cette même forme que j'ai fait mes Expériences sur le *Condensateur*. L'espèce de Lame *lentement-conductrice* qui m'a paru la plus constamment propre à cet usage, est le *Tafetas ciré*, employé en deux ou trois doubles suivant sa nature, & bien tendu, sur un Cerceau de gros fil de léton, d'un pied de diamètre; ce qui fournit un isolement suffisant entre mes deux *Disques*.

J'ai eu quelquefois de plus grands effets avec un plateau de *Marbre blanc* ; mais ce n'a été qu'après l'avoir tenu long-tems auprès du Feu pour le sècher ; & il perdoit bientôt ce grand pouvoir. Mais il est utile d'en analyser les effets en divers tems , & en employant des Plateaux de diverses épaisseurs ; parce qu'on découvre, par les changemens des Modifications des deux *Armures*, les causes de la variété des Phénomènes de ces Plateaux.

448. Tels sont les principaux Appareils électriques auxquels j'ai été conduit dans mes recherches, & que je crois arrivés au point de fournir des résultats intéressans. Mais je dois ajouter ici, d'après mon expérience ; qu'on ne peut suivre ces recherches avec fruit, sans multiplier & varier sans cesse les Appareils. A mesure qu'on avance dans l'Analyse de ces Phénomènes, on y apperçoit de nouvelles circonstances, par lesquelles on se trouveroit arrêté, si l'on n'en découvroit pas les causes. Alors donc il faut varier les Expériences ; d'où résultent de nouvelles idées ; & bientôt de nouvelles lumières, si l'on a autour de soi tout ce qu'il est nécessaire pour vérifier ses conjectures. Mais il faut pouvoir changer les Appareils, ou en faire de nouveau, au moment même où l'on soupçonne

quelque cause de Modification ; c'est-à-dire, avant que l'ardeur s'éteigne, ou que le tems favorable cesse & que les Idées s'effacent : & si ces premiers Appareils grossiers font naître l'espérance du succès, ils impriment les Idées dans l'esprit, & on les suit alors à loisir & plus régulièrement. Je conseillerois donc à ceux qui se voueront à ces Expériences, d'avoir toujours provision des différentes choses qui peuvent y être employées, & dont voici les principales. Il faut d'abord pouvoir former des *Supports isolans* au moment où l'on en a besoin, & sous toute sorte de forme : à quoi serviront des Pièces de bois, telles que *e*, Fig. 2; Pl. II, de différentes grosseurs, avec des *Bases* propres à les recevoir. On a bientôt ajusté alors une Tige de verre dans ces Pièces, à laquelle ensuite on fait porter ce dont on a besoin. De gros Tubes de verre sont très-propres à ces *Supports*, par la facilité qu'on a d'y ajuster des Pièces de bois à Tourillon, auxquelles ensuite on peut fixer tout ce qu'on veut. Il faut aussi provision de Baguettes de verre solide, depuis la grosseur d'une épingle, jusqu'à celle d'une plume à écrire ; pour faire de petits *Supports* ou des *Bras isolans* : du Vernis résineux, pour passer sur toutes ces Pièces de verre : de la Soie de divers degrés de finesse, & des Cordons



de Soie : des *Rosceaux*, des *Pailles*, des *Brins de foin* ; qui forment les Baguettes conductrices les plus inflexibles en proportion de leur Poids : des *Balles métalliques* légères de diverses grosseurs, ayant de petites douilles propres à recevoir des Baguettes ; ou tout au moins des *Balles de liège* dorées, pour suppléer à celles-là : des *Balles de moëlle* ; de très-bonne *Cire d'Espagne* ; de la *Cire molle*. Le tout, outre les Provisions ordinaires d'outils & de matériaux, indispensablement nécessaires à la Physique expérimentale quand on ne veut pas se contenter de suivre le chemin battu.

449. Ces derniers détails auront fait pressentir à mon Lecteur, que je médite ma retraite ; & j'avoue qu'ils m'ont été dictés par ce motif. Les Appareils que je viens de décrire, sont destinés à reprendre les Expériences qui m'y ont conduit par degré ; mais en repassant dans mon esprit tous mes Plans, à mesure que je décrivois les moyens que j'ai imaginés pour leur exécution, ils m'ont fait réfléchir par leur ensemble, à l'affoiblissement de mes Facultés. Il n'est aucune des suites d'Expériences auxquelles j'ai destiné ces Appareils, qui n'exigent, une très-bonne Vue, un pouvoir soutenu d'application, & une faculté de Travail toujours prête à suivre la

volonté & le besoin. Or quand on a 60 ans & des Devoirs à remplir, si l'on se trouve encore à la suite de Recherches intéressantes qui exigent ces Facultés, il est tems d'en remettre le Fil à d'autres. Cette réflexion, qui s'est fortifiée à mesure que je rappellois dans mon esprit ma Carrière passée & mes Vues pour la suivre, a beaucoup augmenté l'étendue de cet Ouvrage; parce qu'elle m'a conduit par degré à entrer dans de plus grands détails. S'il y a quelque utilité à remplir ces Vues, je ne dois plus compter sur mes propres forces.

450. Les Recherches à faire sur les *Loix du Fluide électrique*, sont celles dont l'ensemble s'est le plus appesanti sur moi; mais dès que j'en ai été frappé, j'ai tourné aussi les regards sur l'*Hygrométrie*, & j'y ai vu un Champ tout aussi vaste. Je ne pouvois plus étendre la Partie de mon Ouvrage qui traite de ce dernier objet, parce qu'elle se trouvoit déjà imprimée; mais j'y ai suppléé, en me déterminant à faire passer mon *Hygromètre* entre les mains des Artistes (\*); afin que par eux-mêmes, &

---

(\*) MM. NAIRNE & BLUNT ont entrepris de l'exécuter, & par ce que j'en ai déjà vu, je n'ai pas de doute de leur succès. M. HURTER (connu par l'excellente *Pompe pneumatique* décrite par M. CAVALLO dans les

par les Amateurs à qui ils pourront en fournir, il puisse être examiné & perfectionné s'il le mérite. Je desiré aussi que la Marche soit comparée avec celle de l'Hygromètre de M. DE SAUSSURE, plus sûrement que je n'ai pu le faire par un seul Individu de chaque sorte; & que ces Marches elles-mêmes puissent être étudiées, comparative-ment à l'*Humidité*. Je crois cette dernière entreprise très-difficile; mais l'*Hygromètre* est si nécessaire à la *Chymie* & à la *Météorologie*, que les difficultés mêmes doivent être un aiguillon dans cette recherche.

451. Malgré ce que je viens de dire du peu de rapport de mes Facultés actuelles avec mes Plans, je n'entends point de prendre congé de la Physique expérimentale; je la suivrai par penchant autant que je le pourrai: mais je le ferai avec plus de liberté d'esprit, lorsque j'aurai lieu d'espérer, que s'il y a quelque chose à découvrir dans les Routes que j'ai si long-tems suivies, d'autres y marcheront plus rapidement que moi. Je vais donc indiquer dans la Section

---

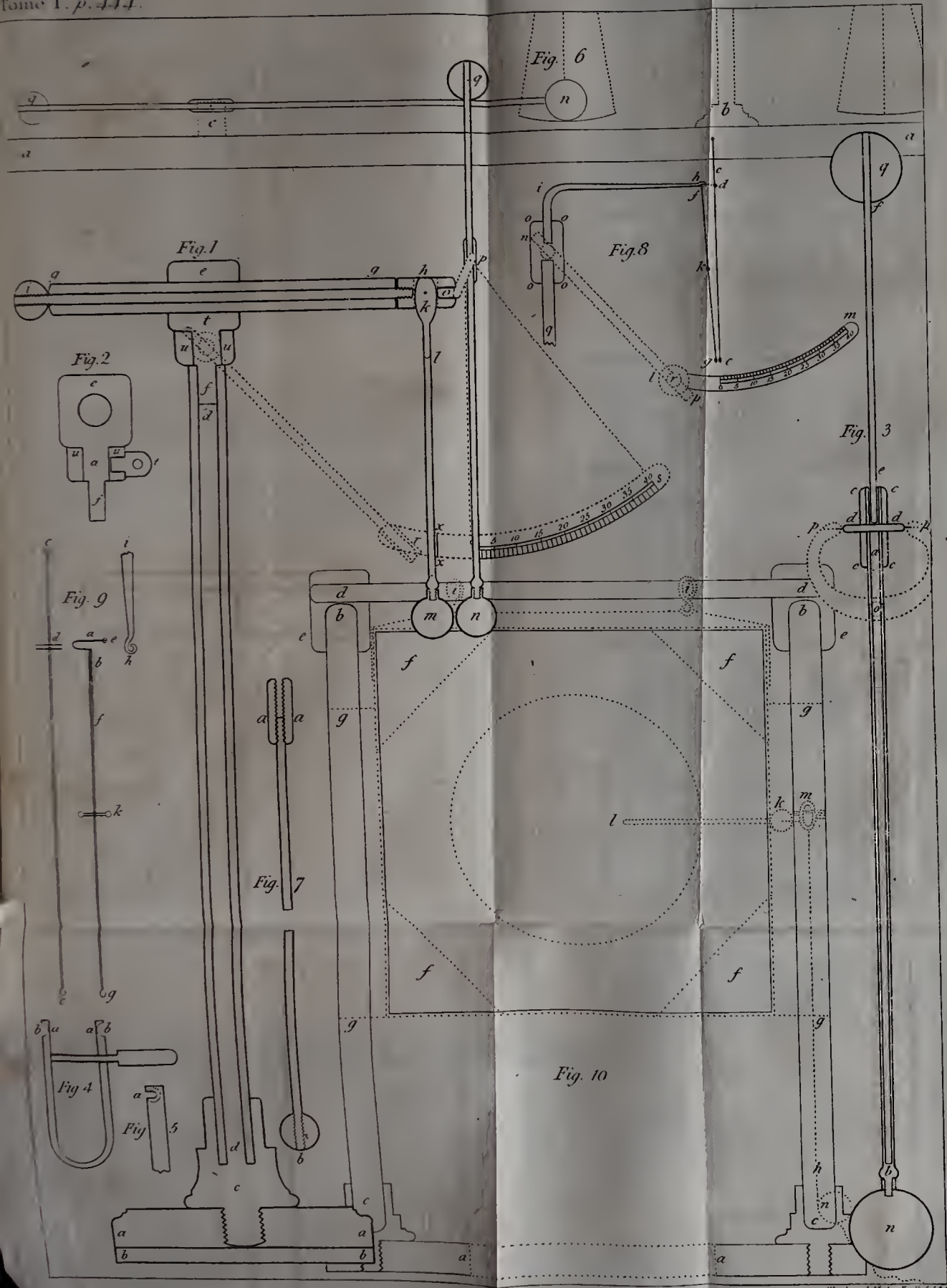
*Tr. phil.* de l'année 1783, & qui se charge des Commissions de l'Etranger, tant pour ses propres Instrumens que pour les autres qui se fabriquent dans ce Pays-ci) se propose aussi d'entreprendre l'exécution de cet *Hygromètre*.

suivante, les Expériences que je me proposois de faire pour déterminer les *Loix* du *Fluide électrique*; & je rassemblerai dans la dernière Partie de cet Ouvrage, les Remarques générales que j'ai faites sur la Météorologie, d'après l'ensemble des Phénomènes que j'ai observés.

## SECTION XI.

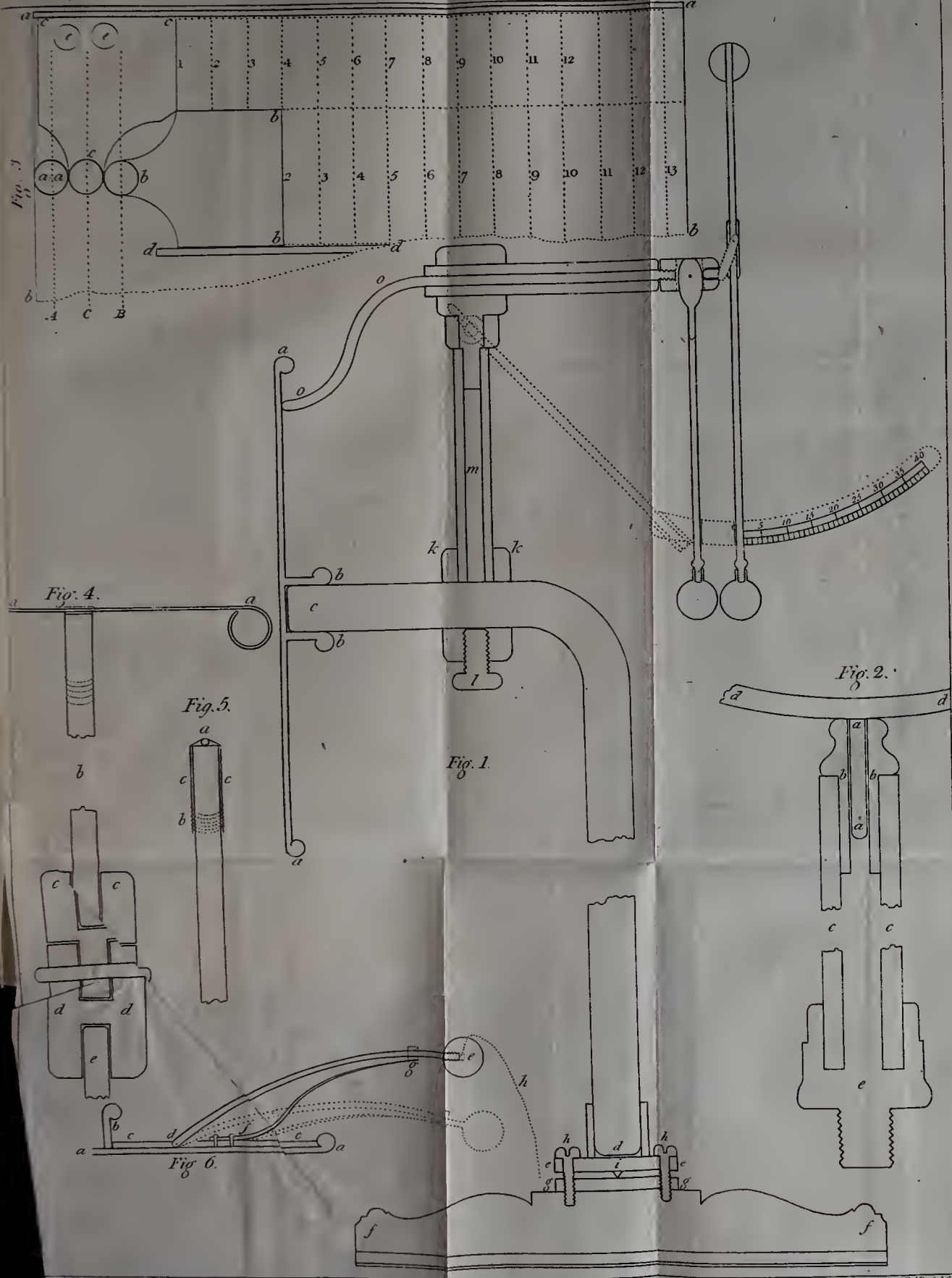
*Expériences électriques projetées.*

452. **M**ON principal motif, lorsque je me livrai de nouveau aux expériences électriques, fut de vérifier des conjectures que la Théorie de M. VOLTA m'avoit fait naître, sur la nature du *Fluide expansible* auquel sont dus les Phénomènes de cette Classe. Les Recherches que j'ai faites jusqu'ici, me paroissent avoir déterminé ses principaux Caractères: mais je crois qu'il faut aller plus loin; parce qu'une étude approfondie de ce *Fluide*, déjà très-*subtil*, mais qui heureusement se trouve *coercible*, peut nous conduire à concevoir d'autres *Fluides*, autant & plus *subtils* encore, imperceptibles par eux-mêmes, mais dont le besoin se fait appercevoir par les Phénomènes. C'est dans ce but que j'ai préparé tous les Appareils que je viens de











décrire, & je vais maintenant expliquer les Expériences principales auxquels je les ai destinés. Il est peu d'Objet qui offre des Recherches *physico-mathématiques* plus intéressantes & plus sûres ; ainsi j'espère qu'il intéressera plus d'une classe d'Hommes ingénieux.

*Première Classe d'Expériences.*

453. Les Recherches que je propose, regardent principalement les *Influences électriques* : par où j'entends toujours ; les Effets d'un *Fluide particulier*, qui traverse tous les Corps, qui exerce des *Affinités chimiques*, & qui, uni à une certaine Substance, qui elle-même suit certaines *Loix*, forme le *Fluide électrique* & produit la plupart de ses Modifications. Ces Recherches, dans toutes leurs Branches, exigent donc fondamentalement, la connoissance du Langage de l'*Electromètre*. Il ne suffit pas que cet Instrument soit comparable ; il faut connoître le rapport de ses *Degrés*, avec l'intensité de l'*Electrisation* des Corps. Sans ce nouveau Pas, il est impossible d'aller plus avant dans la connoissance des Modifications du *Fluide électrique*. J'ai imaginé deux routes principales pour arriver à cette découverte ; dont je vais d'abord indiquer la moins directe, parce qu'elle four-

nira déjà une idée du genre d'Expériences que je me suis proposé, en même tems qu'elle renfermera des circonstances applicables à la route plus directe.

454. Le Principe *mécanique* de l'*Electromètre* que j'ai décrit, est très-simple. Une certaine *Force*, tire son *Pendule* de l'état de repos, & l'élève d'une certaine quantité. Si donc aucune Cause *physique* n'agissoit sur ce *Pendule* ; s'il n'obéissoit qu'aux *Loix* de la *Mécanique* ; l'*Electrisation* des Corps, qui ici est la *Force motrice*, seroit proportionnelle aux *Sinus versés* des *Angles* parcourus par le *Pendule*. Mais une première Expérience m'a appris, que la Marche de l'*Electromètre* étoit affectée par d'autres Causes. Lorsque j'eus fait mon premier *Pendule micromètre* ; dont le *Contrepoids* est ajusté de manière, qu'étant *électrisé* conjointement avec l'*Electromètre fondamental* il indique 40 sur son Echelle, tandis que celui-ci n'indique que 4 ; j'attendois, qu'en partant de ces points correspondans, 40 & 4, & rétrogradant par la dissipation spontanée de l'*Electrisation*, la Marche du premier *Pendule*, d'abord lente, s'accéléreroit comparativement à celle de l'autre ; & qu'en général il faudroit former des Tables, ou trouver des Formules, pour réduire les observations immédiates



sur tous ces *Electromètres*, en vrais *Dégrés d'Electrification*. Mais au lieu de cela, je vis cette première petite Balle arriver sensiblement à  $30^{\circ}$  quand la grosse fut à  $3^{\circ}$ , & suivre ce même rapport jusqu'au repos : & il en fut de même des Marches correspondantes du second & du premier des *Micromètres*. Puis donc que les petites Balles ne suivent pas les *Loix* simples de la *Mécanique*, il n'y a plus lieu de penser, que celle de l'*Electromètre fondamental* les suive ; & il est évident, que ces *Loix* se compliquent avec quelque *Cause physique* dans les Balles mêmes.

455. Dès que j'eus soupçonné l'existence de cette Cause, je la découvris. Celle qui fait diverger les Balles, ou l'une des deux, est en elles-mêmes ; c'est une certaine quantité de *Matière électrique*, en excès ou en défaut comparativement au *Milieu* ; & la *Force* par laquelle elles divergent, est immédiatement proportionnelle à cette quantité : je supposerai qu'elle est en excès, pour la commodité de l'expression. Un Corps *électrisé* d'une quantité donnée, communique plus de *Matière électrique* à une Balle seule qui en est à une certaine distance, qu'il ne lui en communiqueroit s'il s'en trouvoit une autre près d'elle qui en reçût

en même tems ; parce qu'elles *influoient* l'une sur l'autre, & augmenteroient ainsi mutuellement la Force expansive de leur *Fluide électrique* ; ce qui diminueroit la quantité que le Corps pourroit leur en fournir, à proportion de ce qu'elles feroient plus voisines. Il suit de là, qu'à mesure que l'*Électrisation* d'un Corps augmente, la *Balle* de son *Électromètre* s'élève par deux Causes : la première est immédiate ; c'est qu'il arrive plus de *Fluide électrique* aux *Balles* : la seconde tient aux *Influences électriques* ; c'est qu'à mesure que la *Balle* mobile s'éloigne de l'autre, elles acquièrent toutes deux plus de faculté de contenir du *Fluide électrique*. Or par les Expériences préliminaires dont je viens de parler, il sembleroit ; que cette dernière Cause compense les Effets de la Cause *mécanique* qui détermine les Mouvements des *Pendules*, & que la Marche angulaire de celui de l'*Électromètre* devient par-là proportionnelle aux *degrés d'Électrisation* ; ce qui seroit fort commode, mais qui demande plus d'examen.

456. Les deux *Pendules micromètres* auxquels je devois cette Remarque, ainsi que celui du *Mégamètre* (comparativement auquel l'*Électromètre fondamental* suivit la même Marche) me fournissoient déjà le moyen de faire trois  
différentes

différentes suites d'Observations correspondantes des Marches des *Pendules* de différent *Poids*; mais la différence des *Balles* dans les Expériences comparatives des uns aux autres, m'ayant fait craindre qu'il n'en résultât quelque Modification étrangère aux Loix générales, je cherchai à obtenir différens degrés de *résistance* dans des *Balles* égales, & le *Contre-poids* de l'*Electromètre fondamental* m'en fournit le moyen. On se rappellera, que lorsque la *Balle mobile* de cet *Electromètre* est sans *Contre-poids*, supportée horizontalement d'un côté sur ses Pivôts & de l'autre sur une Balance, elle pèse comme 30 grains sur celle-ci; & que lorsqu'elle a son *Contre-poids* ordinaire, elle n'y pèse que comme  $7\frac{1}{2}$  grains (§ 414). Pour remplir donc le but ci-dessus, je lui ai ajusté deux autres *Contre-poids*, que je puis ôter & remettre à volonté, par l'un desquels elle pèse sur la Balance comme 15 grains, & par l'autre comme  $22\frac{1}{2}$ . Ainsi j'ai quatre différens *Pendules*, portans la même *Balle*, dont les résistances à être déplacés sont suivant la Progression arithmétique 1, 2, 3, 4; par où les *Influences électriques* se manifesteront plus simplement, que par les *Pendules* dont j'ai parlé ci-dessus. L'*Electromètre fondamental* étant l'unité dans cette suite, sera successivement comparé avec des *Electromètres* dont la résistance

du *Pendule* fera double, triple, quadruple. Après donc avoir calculé quelles devroient être leurs *Marches* correspondantes, s'ils étoient de simples *Pendules* mus par les mêmes *Forces*, la *différence* entre l'observation & le résultat du Calcul, fournira des données intéressantes sur la Marche des *Influences électriques*, puisque cette *différence* leur fera due.

457. Cependant encore ces données immédiates devront être analysées, à cause de deux circonstances étrangères aux Balles : la première est, l'*Influence* de l'*Echelle*, qui varie suivant la position de la *Balle mobile* ; la seconde est, l'*Influence* du Corps *électrisé* auquel on applique l'*Electromètre*. A ce dernier égard, il se présente une route simple à suivre ; c'est de faire d'abord la suite des *Expériences* dont je viens de parler, en mettant les *Montures* seules des différens *Pendules* en communication les unes avec les autres ; puis en les appliquant différemment à différens *Conducteurs* ; par où l'on découvrira les *Influences* de ceux-ci.

### *Seconde Classe d'Expériences.*

458. Je viens à un moyen plus direct de découvrir le Langage de l'*Electromètre*, & j'en ferai d'abord l'application à l'*Appareil* le plus

important d'entre ceux que j'ai décrits, savoir le *Disque* Fig. 1. Pl. II, qui sert, soit seul; soit avec un autre *Disque* semblable, à un très-grand nombre d'Expériences électriques. Nous avons dans l'*Électricité*, comme dans l'*Hygrogologie*, un *Zéro* absolu d'où partent les Phénomènes; & dans la première, ce *Zéro* est l'état électrique du *Milieu*. Les degrés d'*Électrisation* des Corps, sont les quantités dont la *Force expansive* du *Fluide électrique* diffère chez eux, dans l'un ou l'autre sens, de l'état électrique du *Milieu*. Si l'on a deux Corps conducteurs, égaux & semblables, mais différemment électrisés, & qu'on les mette entr'eux en communication conductrice sans qu'ils influent l'un sur l'autre, ils acquerront une même *Électrisation*, qui sera moyenne arithmétique entre celles qu'ils avoient séparément. Je suppose qu'on prenne les deux *Disques* semblables dont je viens de parler, & que, laissant un de ces *Disques* dans l'état du *Milieu*, & électrisant l'autre à 40° de son *Echelle*, on les mette en communication: l'*Électrisation* de celui qu'on aura tiré de l'état du *Milieu*, se partagera entr'eux par moitiés. Si donc on nomme 40 ce degré d'*Électrisation* d'un des *Disques*, l'*Électrisation* moyenne des deux sera indubitablement 20. Si l'on ôte la communication des *Disques*; & qu'élevant de



de nouveau l'un des deux à 40, on le remette en communication avec l'autre, leur *Electrification* moyenne fera  $\frac{20 + 40}{2} = 30$ . Par une troisième opération semblable, l'*Electrification* moyenne fera  $\frac{30 + 40}{2} = 35$ ; & ainsi de suite. Cet exemple suffit pour montrer, qu'en combinant différemment des parties aliquotes d'un même degré d'*Electrification*, on pourra former immédiatement une Table de la correspondance des *Degrés* de l'*Electromètre*, avec les intensités réelles de l'*Electrification*.

459. Telle est la Théorie de cette Méthode; mais son exécution sera difficile. D'abord, la dissipation spontanée du *Fluide électrique* permettroit difficilement d'employer de si grands degrés d'*Electrification*; car ils durent très-peu. Il vaudroit donc mieux tenter premièrement ces Expériences, en partant du degré 24 de l'*Electromètre*, qui est plus durable, & qu'une Bouille de Leyde peut fournir plusieurs fois sans la recharger. Mais à ce degré même, & dans les tems les plus favorables, ces Expériences, de même que la plus grande partie de celles que j'indiquerai, demandent une correction pour cette diminution spontanée de l'*Electrification* des Corps. Il faut donc faire des Expériences préliminaires à cet égard, en observant les *Tems*

des dissipations sur les principaux Conducteurs qu'on emploie, à divers degrés d'*Électrification* & par divers états de l'Hygromètre & du Thermomètre, & en former des Tables, qui serviront ensuite à corriger les observations, en notant leur durée.

460. Il faut aussi éviter l'oscillation des *Balles* ; parce que l'*Électrification* se trouveroit trop affoiblie quand elles se fixeroient, pour qu'on pût y suppléer avec exactitude par la correction ci-dessus. J'ai indiqué le moyen de les prévenir, en faisant usage d'un *Fil* métallique pointu par les deux bouts (§ 443). On l'emploiera d'abord pour charger immédiatement un des Disques, & ensuite pour sa première communication avec l'autre. Les deux Disques devront être placés dans un même plan, à trois ou quatre pouces de distance l'un de l'autre ; & après en avoir électrisé un, il faudra appuyer d'abord l'une des pointes du *Fil* sur l'autre Disque qui sera encore dans l'état du *Milieu*, & approcher ensuite l'autre pointe jusqu'au contact du Disque chargé ; & lorsqu'on enlèvera ce *Fil*, il faudra lui faire abandonner d'abord le Disque dont on voudra conserver l'état. Quant aux opérations suivantes, on ne peut plus y employer les Pointes, parce qu'elles

dissiperoient le Fluide ; mais la différence d'état des deux Disques n'étant plus aussi grande, on pourra employer une *Communication* telle que je l'ai décrite (§ 442), qui ne produira alors que peu d'oscillation dans les Balles.

461. Après avoir déterminé par cette route immédiate, la Marche de l'*Electromètre* dans l'Appareil le plus important, on pourra découvrir ses Modifications générales, en répétant les mêmes Expériences sur d'autres Corps, auxquels on appliquera l'*Electromètre* à diverses distances. Il conviendra aussi de les répéter sur un des mêmes Disques ci-dessus, en changeant le *Contre-poids* de sa Balle. Ces changemens dans les circonstances répandront toujours plus de lumière sur le Langage de l'*Electromètre*, par les nouveaux Phénomènes qui pourront en résulter : & en donnant une attention particulière à la Marche de la *Balle* lorsqu'elle aura le *Contre-poids* qui la fait peser 15 grains sur la Balance, on pourra l'employer dans les cas où l'*Electrisation* (soit immédiate, soit par le voisinage d'un Corps qui passe dans l'état contraire) s'élèvera au-dessus de 40°. Car la *Balle* ayant ce degré de résistance, donnera probablement des *Aigrettes* avant que d'être arrivée à l'extrémité de l'Echelle ; ainsi elle indiquera

sur cette même Echelle les plus grands degrés d'*Électrification* qu'elle puisse recevoir.

*Troisième Classe d'Expériences.*

462. Nous ne savons point encore si les Substances *conductrices* compactes, telles que les *Métaux*, sont perméables au *Fluide électrique*: son *Fluide différent* les traverse, comme il traverse toute autre Substance; mais en est-il de même du *Fluide électrique* complet; c'est-à-dire, la *Matière électrique* les traverse-t-elle? C'est ce que je ne saurois décider. Une observation que j'ai faite sembleroit conduire à l'affirmative. Lorsque j'entrepris de faire un *Tableau magique* en couvrant une lame de Fer-blanc d'une couche de Cire d'Espagne rouge, je crus d'abord que mon Principe à cet égard étoit en défaut; car ce *Tableau* ne se chargea point. Mais je découvris ensuite que le *Fluide électrique* traversoit quelque part, & je soupçonnai des Points noirs de la Cire de lui ouvrir un passage. J'enlevai ces Points jusqu'au Fer-blanc, & je remplis de nouvelle Cire les petits creux; après quoi le *Tableau* se chargea. Je pense que ces Points conducteurs étoient du Cinabre revivifié durant la fusion de la Cire. Le *Fluide électrique* s'écouloit donc dans le Sol par l'entremise de ces Points conducteurs,

& il paroît d'abord naturel de penser, que c'étoit *au travers du Fer-blanc*. Toutefois il n'est pas impossible, qu'après avoir traversé la Cire par ces Points, le *Fluide* ne se glissât le long de la *Lame de Fer-blanc*, entr'elle & la *Cire*, par quelques parties où leur adhérence n'étoit pas complète ; ainsi je ne crois pas que ce Phénomène décide la question.

463. Une autre Classe de Phénomènes semble prouver au contraire, que le *Fluide électrique* ne traverse pas mieux les Corps *conducteurs* que les Corps *non-conducteurs* ; je veux dire tous les Phénomènes dont on a conclu, que ces premiers ne reçoivent du *Fluide électrique* qu'en raison de leur *Surface*. Cependant jusqu'ici ce signe encore est équivoque. Car on fait que les Corps introduits dans le *Puits électrique*, n'y reçoivent pas sensiblement du *Fluide* par la Source qui charge le *Puits* ; l'*Influence* de celui-ci, donnant au *Fluide électrique* propre de ces Corps, un degré de Force expansive qui le fait résister à l'entrée de nouveau *Fluide*. Il peut donc en être de même dans l'intérieur des Corps, si le *Fluide électrique* y réside.

464. Je ne connois que ces deux routes pour découvrir si le *Fluide électrique* traverse les Substances *conductrices* compactes, & l'une & l'autre.



tre, comme on le voit, sont encore équivoques. Toutefois la dernière est intéressante à examiner ; car il me semble impossible, qu'en supposant que le *Fluide électrique* traverse les Corps conducteurs & y réside, le *Fluide* intérieur puisse toujours s'élever à un degré de *Force expansive* proportionnel à la quantité du *Fluide* qui arrive à l'extérieur ; tellement qu'il n'en pût jamais entrer dans les Corps au-delà de ce qu'ils en contiennent en commun avec le Sol : ils ne pourroient même rien perdre de cette quantité ; car la Thèse générale regarde l'Électrification *négative* comme l'Électrification *positive* ; la *perte* étant de même considérée comme uniquement proportionnelle aux *Surfaces* ; par où la Proposition deviendrait fort étrange, même inconcevable. D'ailleurs l'exemple du *Puits électrique* ne l'autorise point ; car son Phénomène a des degrés ; & dès que le Vase passe une certaine grandeur, les Corps introduits s'y chargent de plus en plus. Si donc il se trouvoit vrai des grands Conducteurs comme des petits, qu'ils ne se chargent qu'en proportion de leur Surface, il paroîtroit certain que le *Fluide électrique* ne les pénètre pas.

465. Or nous avons maintenant un moyen sûr de soumettre cette question à l'Expérience,

sans attendre même que la Marche de l'*Electromètre* soit déterminée plus exactement qu'elle ne l'est par mes premières Expériences ci-dessus. Il faudra avoir deux Paires de Sphères métalliques, différentes en grandeur, & dans chaque Paire une Sphère solide & une Sphère creusée; les *charger* à un même degré, & les mettre chacune en communication avec le *Disque électromètre* (soit le Disque Fig. 1, Pl. II.). C'est un moyen sûr de connoître la quantité comparative de *Fluide électrique* qu'auront reçu les Sphères *solides* & *creusées* de même grosseur, en s'*électrisant* au même degré; & il me semble qu'on doit être conduit par là, à former quelque conclusion solide sur la *perméabilité* au *Fluide électrique* des Substances dont ces Sphères seront faites.

#### *Quatrième Classe d'Expériences.*

466. Entre les Phénomènes dans lesquels s'exercent les *Influences électriques*, un des plus compliqués est celui de l'inégale distribution de la *Matière électrique* sur un même Corps conducteur qui n'est pas sphérique, quoique la *Force expansive* du *Fluide électrique* y soit partout au même degré. Il ne suit pas immédiatement de cette inégale distribution, que des Corps de différentes formes, mais égaux en sur-

face, étant électrisés au même degré, contiennent différentes quantités de *Fluide électrique*; car les parties sur lesquelles ce *Fluide* perd de son *Fluide déférent* en en communiquant à d'autres, doivent par cela même acquérir plus de *Matière électrique*; ce qui peut compenser la résistance qu'opposent les autres parties à en recevoir. Entre les cas auxquels cette remarque s'applique, le plus difficile à décider *a priori*, est celui du rapport que doivent avoir à cet égard, un *Disque* & une *Sphère*, à cause de la proximité des deux Surfaces opposées d'un *Disque*, qui par-là doivent *influer* fortement l'une sur l'autre. Voilà donc un objet sur lequel il faut consulter l'Expérience, & on peut le faire par le *Disque électromètre*, qui est comme une espèce de Vase gradué. On pourroit donc prendre des Corps de même nature, d'une Surface égale à celle de ce *Disque*, mais de différentes formes, & les électriser à un même degré, à une distance telle du *Disque* qu'ils ne pussent pas *influer* sur lui. Mettant ensuite chacun de ces Corps en communication avec le *Disque* (au moyen d'un *Fil à deux pointes*) les quantités de *Fluide électrique* qu'il recevrait de chacun d'eux, fourniroient un moyen de connoître le rapport qu'avoient entr'elles les quantités qu'ils en possédoient respectivement.

*Cinquième Classe d'Expériences.*

467. La Marche des *Influences électriques* entre les Corps séparément isolés, suivant leurs distances, leurs grandeurs & leurs formes, est celle qui peut nous fournir le plus de lumière sur les *Loix* de ces *Influences* ; parce qu'elles y sont moins compliquées, que dans les mêmes Corps, ou dans des Corps qui sont en communication conductrice ; & c'est aussi dans les Phénomènes de cette première espèce que je les ai le plus étudiées. Cependant je ne rapporterai pas les détails de mes Expériences, parce qu'elles n'étoient que des Essais ; & je n'indiquerai même ici que leurs principales formes.

468. Le *Groupe de trois Disques* est un Appareil des plus essentiels dans cette recherche, à cause de la variété des Expériences qu'on peut faire par son moyen, tant sur lui-même, qu'en l'associant à d'autres Corps : voici une des Expériences principales. Le Groupe étant dans la situation où le représente la *Fig. 3, Pl. II*, il faut *électrifier* les trois Disques en commun ; ce qui fera diverger également leurs *Electromètres* : puis, enlevant les *Communications*, écarter les Disques de quantités successivement égales, en suivant la graduation de la planche qui

leur sert de Base commune, & observer la Marche des *Electromètres*.

469. Les deux *Disques electromètres* fournissent aussi le moyen de faire plusieurs sortes d'Expériences exactes, dont je vais indiquer les principales. Dans une de ces Expériences, il faut poser ces *Disques* sur une planche graduée, les appliquer l'un à l'autre face à face à l'une des extrémités de cette planche, & les y électriser en commun, observant le point où arriveront leurs *Electromètres* : retirer ensuite l'un des *Disques* par degrés successivement égaux, notant les quantités dont les *Balles* s'abaisseront, jusqu'à ce qu'une plus grande retraite n'y produise plus d'effet : puis faire rétrograder le *Disque* par les mêmes degrés jusqu'au contact, notant de nouveau la marche des *Electromètres*. Ce retour par les mêmes pas, fournira un moyen de corriger la première observation, pour la dissipation du Fluide électrique pendant sa durée.

470. Une seconde Expérience avec ces mêmes *Disques* est celle-ci. Il faut en charger un seul, placé à une des extrémités de la planche, & observer d'abord l'indication de son *Electromètre* : ensuite amener l'autre à un pouce de dis-



tance de ce premier, & noter l'état des deux *Electromètres* : écarter le second par degrés égaux jusqu'à ce qu'il soit revenu à *Zéro*, & retourner enfin sur les mêmes pas, notant toujours les Observations dans les deux marches.

471. Après s'être exercé à ces deux Expériences, qui sont les plus simples, on en fera plus sûrement une troisième, qui est l'Expérience fondamentale de M. VOLTA ; & en la faisant à différentes distances des deux Disques, on parviendra d'autant mieux à en tirer des Conclusions générales. Quand la distance des Disques sera au-delà d'un pouce, les *Electromètres* ordinaires pourront servir ; mais lorsqu'elle sera moindre d'un pouce, il conviendra de leur substituer les Balles qui ont une double résistance, dont je suppose que la Marche a été déterminée. Voici maintenant le procédé général. Les deux Disques étant en présence l'un de l'autre, il faut en charger un, que je nommerai A, d'une quantité qui fasse monter l'*Electromètre* ordinaire à 20°. C'est le plus haut degré d'*Electrification* qui, dans les tems même les plus favorables, aît assez de durée pour cette Expérience. L'*Electromètre* du Disque A étant donc à ce point, il faut observer celui de l'autre Disque, B ; puis *toucher* ce Disque ;

ce qui fera redescendre son *Electromètre* à 0. L'*Electromètre* A baissera aussi, & il faudra noter le point où il se trouvera ; puis le recharger jusqu'à ce que son *Electromètre* revienne à 20°, & observer l'*Electromètre* du Disque B, après quoi il faudra ramener celui-ci de nouveau à 0 en le *touchant*, & observer l'*Electromètre* A. Les mêmes opérations devront être répétées, avec toute la diligence possible, jusqu'à ce que les alternatives de *recharge* du Disque A & d'*attouchement* du Disque B, ne produisent plus que des balancemens semblables dans les deux *Electromètres*. L'opération sera arrivée alors à son *Maximum*, & il faudra écarter lentement les Disques jusqu'à ce que leurs *Electromètres* se fixent, & noter le point où ils arriveront. Le Disque B se trouvera *négatif*, & l'état *positif* du Disque A sera d'autant plus au-dessus de 20° que l'autre sera devenu plus *négatif*. Avec cette Charge de 20°, si les Disques sont bien parallèles, ils pourront n'être qu'à  $\frac{3}{4}$  de pouce de distance, sans que l'Étincelle parte de l'un à l'autre (elle partiroit à bien plus de distance s'ils n'étoient pas exactement parallèles) ; & alors, à la retraite du Disque B, le Disque A ne pourra pas contenir tout le *Fluide* dont il se trouvera chargé, il s'en dissipera une partie en *aigrette* par la *Balle mobile*. J'ai indiqué

ci-devant (§ 443) la manière dont j'opère dans ces Expériences, pour obtenir des résultats exacts, en prévenant les oscillations des *Balles*.

*Sixième Classe d'Expériences.*

472. Les *Mouvements électriques* étant jusqu'ici les seuls symptômes par lesquels nous soyons informés de la présence du *Fluide Electrique* dans les Corps & des modifications qu'il y éprouve, ils forment ainsi une des Classes les plus importantes des Phénomènes électriques dont nous ayons à étudier les *Loix*. Deux Causes s'y trouvent toujours combinées; l'une est la quantité de la *Matière électrique*, qui est la Cause immédiate de ces *Mouvements*; l'autre est l'action du *Fluide déférent*, qui contribue toujours à ces Phénomènes, & qui quelquefois en est la seule Cause médiate, par le déplacement de la *Matière électrique*. Les plus petits comme les plus grands Corps, éprouvent des *déplacemens* dans leur *Fluide électrique* par la présence d'un Corps *électrisé*, soit qu'ils soient d'abord dans l'état du *Milieu*, soit qu'ils en aient été tirés d'une ou d'autre manière; & s'ils sont libres de se mouvoir, ces *déplacemens* sont toujours une partie des Causes pour lesquelles ils se meuvent, d'une certaine quantité & dans un certain sens.

473. C'est

473. C'est donc là une branche bien considérable d'Expériences électriques. J'ai tâché d'en donner une idée, lorsque j'ai traité de la Théorie & de la Cause de ces *Mouvements*, en indiquant les circonstances qui y influent, & comment elles y influent. Mais pour découvrir des *Loix* exactes, il faut déterminer toutes les *quantités*. Je me proposois donc de reprendre ces Expériences, en les exécutant sur des Corps suspendus, de toute grandeur & forme, *isolés* & non *isolés*; en présence du *Disque électromètre*, chargé à divers degrés connus, & placé à diverses distances connues; & d'analyser l'état des Corps mis en mouvement au moyen du petit *Électromètre* Fig. 8 Pl. I, soit en l'appliquant immédiatement aux petits Corps, soit en l'employant à connoître l'état de petites Plaques isolées, qui auroient été appliquées à diverses parties des grands Corps (§ 372): enfin d'observer les quantités des *Mouvements*, par des *Index* de Verre (§ 386 & 387). Des Expériences de cette sorte, faites avec exactitude, ne pourroient qu'aider beaucoup à la fixation des *Loix* des *Influences électriques*.

*Septième Classe d'Expériences.*

474. Les Phénomènes du *Tableau magique*, de l'*Électrophore* & du *Condensateur*, dépendent

encore des *Influences électriques* ; mais les propriétés des Substances *non-conductrices* y jouent un si grand rôle, que ces Phénomènes sont très-complicqués. C'est cependant de cette branche d'Expériences, que nous pouvons attendre le plus de lumière sur la nature même du *Fluide électrique* ; & par conséquent on ne sauroit y apporter trop de soin. C'est pour elles principalement, que je me suis attaché à déterminer une construction *comparable* des *Disques électromètres* ; qui par-là deviennent des *Armures* mobiles, dont toutes les modifications se manifestent immédiatement, dès que le Langage de leurs *Electromètres* est entendu, & qui ouvrent ainsi un nouveau champ d'Expériences. J'ai observé pas à pas par leur moyen, tout ce que j'ai dit ci-devant de la Théorie des trois principaux Appareils auxquels elles s'appliquent, & il est probablement peu de recherches à faire dans cette branche de Phénomènes électriques, auxquelles elles ne se prêtent aisément. Je ne tracerai ici aucune route à suivre dans ces Expériences, il suffit de les entreprendre pour que l'intérêt naisse & que les routes s'ouvrent d'elles-mêmes ; ainsi je me contenterai de donner une idée de la nature des Phénomènes qu'elles offrent, en tirant de mon Journal quelques



détails d'une des Expériences que j'ai faites sur la *Charge* ordinaire du *Tableau*.

475. L'Appareil *Fig. 10, Pl. I*, étoit sur la Table même qui porte ma Machine électrique : mais il peut être sur une Table contiguë ; l'essentiel étant, que la Table qui le porte soit suffisamment grande, bien horizontale, droite & unie, pour que les *Armures* puissent être tirées hors de l'influence l'une de l'autre & du *Tableau*, en glissant sans secousses & sans qu'il se fasse de changement dans la position des Balles de leurs Électromètres. La *Charge* fut faite en établissant des *Communications mobiles*, entre le *premier Conducteur* & une des *Armures* que je nommerai A, & entre l'autre Armure B & le *Sol*. L'Appareil n'étoit pas situé dans la position que j'ai indiquée comme étant la plus convenable ; savoir celle où le plan du *Tableau* se trouve dans celui du *premier Conducteur* pour que les *Balles* des *Électromètres* se meuvent latéralement ; il étoit dans un plan à angle droit de celui-là, l'Armure A tournée du côté du *premier Conducteur*, dont son *Électromètre* se trouvoit distant de 7 à 8 pouces ; on verra l'effet de cette position. Voici maintenant les principaux Phénomènes que j'observai dans cette Expérience.

476. *Prem. Phén.* Avec quelque lenteur & régularité que je fisse mouvoir la Machine, la *Balle* de l'Armure A oscilloit fortement, en s'élevant de plus en plus à chaque oscillation. Ce Phénomène indique un passage *intermittent* du *Fluide électrique*, de l'Armure qui le recevoit à la Surface *non-conductrice* voisine, & de la Surface opposée à l'Armure B qui communique au *Sol*. La Cause de cette *intermittence* est analogue à celle du *Glouglou* d'une Bouteille qu'on vuide : le *Fluide électrique* doit être accumulé à un certain point dans l'Armure A, pour qu'il puisse passer à la Surface *non-conductrice* ; & dès qu'il peut y passer, il s'y élance : par où la *Balle* retombe jusqu'à un certain point, puis se relève par une nouvelle accumulation du *Fluide électrique* dans l'Armure ; qui alors doit être plus fortement *électrisée* pour opérer sur la Surface *non-conductrice*, à cause du *Fluide électrique* que celle-ci a déjà reçu ; & le passage se fait de nouveau par un *saut*. A chaque nouvelle quantité de *Matière électrique* qui vient ainsi se déposer sur la Face A de la *Lame non-conductrice*, il en passe de la Face B dans son Armure ; parce que le *Fluide déférent* du *Fluide électrique* qui s'accumule dans l'Armure A, surmonte alors la résistance qu'a la *Matière électrique* à abandonner cette face, & la fait passer

de même *par sauts* dans l'Armure B. En traitant dans la Section suivante des *Figures* tracées par la Poussière de Resine sur les Substances *non-conductrices* électrisées, je prouverai plus immédiatement encore, que c'est-là la marche des Charges & Décharges simultanées, faites par des *Armures* sur des Lames *non-conductrices*.

477. *Sec. Phén.* Quand la Charge est à son *Maximum* ; il se fait une autre espèce d'*Oscillation* dans la Balle, provenant des *dissipations* & *réparations* alternatives du *Fluide électrique* au côté *positif*, & des balancemens opposés du *Fluide* dans l'*Armure négative*. Ce *Maximum* & ses *balancemens* ont lieu, quand on fait mouvoir la Machine avec régularité & lenteur ; attention nécessaire si l'on veut empêcher que le *Tableau* ne se décharge de lui-même. La Charge donc étant arrivée à un certain point que j'indiquerai, il se forme plus aisément des *Aigrettes* latérales aux pointes du premier Conducteur ou à quelque partie de l'Électromètre de l'*Armure*, qu'il ne passe de nouveau *Fluide* à la Surface non-conductrice ; à chaque fois qu'une *Aigrette* part, l'Électromètre baisse, & il faut un instant sensible pour que la Charge arrive de nouveau au point de fournir une *Aigrette*.

478. *Trois. Phén.* Il y a quelque chose de mystérieux dans la *Décharge spontanée* ; parce qu'elle n'a pas toujours lieu, quoiqu'on augmente le mouvement de la Machine ; & je n'ai pu découvrir encore à quoi tient la différence des Phénomènes que voici. Lorsque la Charge est à son *Maximum*, on entend quelquefois un petit *sifflement* ; la *Balle* de l'*Électromètre* baisse alors un peu, & se fixe. Si l'on ferme les Volets de la chambre, on voit quelque part sur la partie vernissée du *Tableau*, une lame lumineuse violette, passant sous la forme d'un Courant, de l'Armure A à l'Armure B. Ce Phénomène remarquable est rare dans le *Tableau*, mais il s'observe très-souvent dans la *Bouteille*. Le *Maximum* de la *Charge* est toujours diminué quand ce *Courant* de Fluide électrique *décomposé* se manifeste ; & alors, il ne se fait point de *décharge spontanée*, quoiqu'on fasse agir fortement la Machine. Le Courant cesse dès que la Machine ne joue plus, & la Charge, quoiqu'un peu moindre qu'elle n'auroit été sans ce Courant, est toujours très-forte : j'ai même quelque lieu de croire, que la différence indiquée par l'*Électromètre*, est principalement dans l'Armure A. Lorsqu'en augmentant le mouvement de la Machine, au lieu de ce *Sifflement* (signe que le Fluide qui continue à arriver à

l'Armure A fuit la Surface *non-conductrice* dans un état de *décomposition*) on entend des *pétillemens* ; la Balle de l'Électromètre est plus élevée, & la *Décharge spontanée* est prochaine. Dans l'obscurité on voit alors autour de l'Armure, de petits jets de Lumière vive, qui sont des Étincelles spontanées ; & si l'on continue ce mouvement accéléré de la Machine, il part une forte *Étincelle* qui décharge le Tableau. Enfin , ces Phénomènes si différens arrivent quelquefois au même Appareil dans l'espace de peu de minutes.

479. *Quatr. Phén.* Dans l'Expérience particulière dont je parle, les *pétillemens* commençoient, quand la Balle de l'Armure A étoit arrivée à osciller deçà & delà du point 15°. C'étoit donc là le *Maximum* de la Charge ; mais un *Maximum* mal exprimé par cette indication de l'Électromètre, à cause de la position où se trouvoit le Tableau : ce qui fournira un exemple, de la nécessité de garantir les Balles des *Électromètres* de toute *Influence* étrangère. Quand la Charge est finie , & qu'on veut examiner l'état du Tableau, il faut décharger le *premier Conducteur*, pour faire cesser toute *Influence* de sa part. Or dès que je déchargeois mon *premier Conducteur*, la Balle, qui auparavant ne s'élevoit



qu'à  $15^{\circ}$ , s'élevoit alors à  $22^{\circ}$ . Ainsi l'*Influence* du premier Conducteur sur cette Balle, quoiqu'à 7 ou 8 pouces de distance, diminuoit d'un tiers la quantité du *Fluide électrique* qu'elle pouvoit recevoir de l'*Armure* quand celle-ci agissoit seule.

480. *Cinq. Phén.* Une autre *Influence* plus grande encore, s'exerce sur l'*Armure A* elle-même, par son voisinage de l'*Armure B*, qui est passée à l'état *néгатif*. L'effet de cette *Influence* se manifeste, quand on la fait cesser en tirant à l'écart l'*Armure A* : & par exemple, dans l'Expérience dont je parle, l'Électromètre de cette *Armure* s'élevoit alors à  $35$  degrés. Après avoir observé cet effet, je pouvois aussi rendre sa cause sensible, & voici comment. Je ramenois l'*Armure A* au contact du *Tableau*, ce qui ramenoit son *Électromètre* à  $22^{\circ}$  ; j'ôtois alors la Communication au Sol de l'*Armure B*, & rien ne changeoit encore dans les *Électromètres*, celui de l'*Armure B* restant à 0 : mais lorsque je tirois cette *Armure* à l'écart, les deux *Balles* s'élevoient en même tems, à peu près de la même quantité dont s'élevoit celle de l'*Armure A* quand je l'écartois du *Tableau* ; & l'*Armure B* se monroit alors *néгатive*. Si je ramenois les deux *Armures* en contact des

Faces respectives du *Tableau*, leurs *Électromètres* ne différoient de leur premier état, que par la *dissipation spontanée* qui s'étoit faite durant l'opération.

481. *Six. Phén.* J'ai dit qu'il faut une assez grande différence d'état électrique entre les *Armures* & la Surface *non-conductrice*, pour qu'elles puissent se modifier mutuellement; voici des Phénomènes qui le prouvent & qui peuvent conduire à une détermination sur ce point. Ayant séparé du *Tableau* l'Armure A, tandis que son *Électromètre* étoit à  $22^{\circ}$ , & l'ayant vu à  $35^{\circ}$  à quelque distance (ce qui montrait son état réel); je lui ôtois ces  $35^{\circ}$  en la *touchant*, & la réduisant ainsi à l'état du Sol. Voilà donc une grande différence arrivée dans son *état électrique*; & cependant elle n'étoit pas capable encore de *contraindre* la Surface *non-conductrice* à lui céder du *Fluide électrique*; celle-ci ne lui fournissoit que du *Fluide déférent* quand je la ramenois au contact du *Tableau*. A mesure que je l'approchois, sa *Balle*, d'abord à 0, s'élevoit de plus en plus, & quand elle arrivoit au contact, la *Balle* se trouvoit à 18 ou 20. Toutefois l'*Armure* elle-même n'avoit point reçu de *Fluide électrique*; car en la retirant, sa *Balle* revenoit à 0.

482. *Sept. Phén.* C'est un Phénomène remarquable, que le peu de différence des Indications de l'Électromètre de l'Armure A au contact du *Tableau* dans les deux cas précédens : cette différence ne fut que d'environ  $3^{\circ}$ , tandis que l'état réel de l'*Armure* avoit changé de  $35^{\circ}$ . La cause de ce Phénomène est encore dans l'*Armure* opposée, modifiée par sa communication avec le Sol, que je suppose rétablie : & voici la marche des Causes dès le commencement du Phénomène. Quand l'Armure A (chargée réellement à  $35^{\circ}$ , quoique son Électromètre n'indique que  $22^{\circ}$  auprès du *Tableau*) en est retirée ; son *Fluide déférent* ne se communique plus à l'Armure B, & le Sol fait passer alors du *Fluide électrique* à celle-ci ; mais ce *Fluide* rétrograde, si l'Armure A revient sans avoir été déchargée. C'est ce qu'on peut déjà conclure de l'effet réciproque qui a lieu dans l'Armure A ; son *Fluide électrique* perdant  $13^{\circ}$  de *Force expansive* dans le voisinage de l'Armure B, à cause du *Fluide déférent* qu'il cède à cette *Armure*. Mais si l'Armure A est déchargée avant son retour au *Tableau*, le *Fluide* revenu du Sol dans l'Armure B ne rétrograde pas ; il augmente au contraire, & c'est lui qui fait relever l'Électromètre de l'Armure A, de 0 à 18 ou 20 : sa quan-

tité augmente, dis-je ; parce qu'à mesure qu'il perd de sa *Force expansive*, en communiquant de son *Fluide dejerent* à l'Armure A, il reste moins au *Fluide électrique* du Sol. On peut déterminer toutes ces *quantités* par des Expériences exactes & suivies, dont je vais donner une idée ; ce qui servira en même tems à prouver l'existence des Causes que je viens d'indiquer.

483. *Huit. Phén.* Quand l'Armure A, éloignée du *Tableau*, se trouvoit indiquer 35, j'enlevois la Communication de l'Armure B avec le Sol, & je lui appliquois un *Électromètre* isolé, outre celui qui lui appartient. J'amais alors l'Armure A en contact ; & son *Électromètre* baissoit ; mais moins qu'auparavant, parce que le *Fluide* de l'Armure B n'ayant plus d'écoulement dans le Sol, ne pouvoit se porter que dans les *Électromètres*, dont il faisoit diverger les Balles. Séparant alors l'*Électromètre* libre, jè le trouvois électrisé *positivement*, quoique l'Armure B fût réellement *négative*, comme je l'ai montré dans le *Cinq. Phén.* En appliquant à l'Armure B de plus grands Corps, munis d'*Électromètres*, & les plaçant à diverses distances, avec des *Communications*, l'Armure A sera différemment modifiée ; ce qui fournira de nouveaux Phénomènes, sur les *Influences électriques*,

& sur leurs rapports avec les Modifications des Surfaces *non-conductrices*.

484. *Neuv. Phén.* On a déjà vu qu'une différence de  $35^{\circ}$  dans l'état de l'Armure A n'a pas été suffisante, malgré le retour correspondant du *Fluide électrique* dans l'Armure B, pour faire passer du *Fluide électrique*, de la Surface *non-conductrice* chargée dans cette Armure A : mais voici un autre Phénomène qui prouve, que cette différence peut devenir plus grande encore sans produire aucun effet. Tandis que l'Armure A, remise dans l'état du Sol, indiquoit néanmoins 18 à 20 degrés d'*Électrification* auprès du *Tableau*, je lui faisois communiquer, par son bord & de tranche, un de mes Disques de Fer-blanc de même diamètre qu'elle ; ce qui faisoit baisser son *Électromètre* de 9 à 10 degrés. Retirant ensuite ce Disque, je lui appliquois un *Électromètre* ; par où je voyois, qu'il avoit enlevé à cette *Armure* assez de *Fluide électrique*, pour être électrisé lui-même à 10 ou  $12^{\circ}$ . Je retirois alors lentement l'*Armure* : à mesure qu'elle s'éloignoit, son *Électromètre* baissoit ; mais arrivé à 0, il se relevoit, & se fixoit à environ  $8^{\circ}$  par une *Électrification négative*. Il avoit donc perdu ces  $8^{\circ}$  de son *Fluide* propre ; & le Disque en avoit acquis 10 ou 12, parce



que l'*Armure* & son *Électromètre* avoient plus de Surface que lui. Ainsi voilà  $43^{\circ}$  de différence dans l'état électrique de l'*Armure*, savoir de  $+ 35^{\circ}$  à  $- 8^{\circ}$ ; & cependant la Surface *non-conductrice* chargée ne lui transmettoit point encore de *Fluide électrique*. Il fallut décharger plusieurs fois le Disque de Fer-blanc, & le ramener au contact de l'*Armure*, pour que celle-ci enlevât enfin du *Fluide électrique* à la Surface *non-conductrice*; & par nombre de répétitions pareilles, je déchargeai enfin le *Tableau*.

485. Je m'arrête ici sur la marche de ces Phénomènes; je crois en avoir dit assez pour faire comprendre, que cette manière exacte de les analyser, fournira des Problèmes *physico-mathématiques* aussi intéressans qu'instructifs; car outre toute la suite des Phénomènes du *Tableau*, dès le commencement de la *Charge* jusqu'à son *Maximum*, & dans la *Décharge* graduelle; il reste encore à analyser les Phénomènes *électrophoriques* qui succèdent; dans lesquels les *Armures* sont modifiées par l'*Influence* de la *Lame non-conductrice*, sans que celle-ci change d'état; car elle n'en charge que par l'action de l'Air. Mais je n'irai pas plus loin sur ces détails, que les Expériences dicteront elles-mêmes, & je me contenterai de remar-

quer ; que les Phénomènes varient un peu, par des différences, qu'il est difficile d'éviter, dans l'intimité du contact entre les *Armures* & la *Lame non-conductrice*. Pour avoir un contact plus complet & moins sujet à ces différences, au lieu de *Verre de vitre* que j'avois employé jusqu'ici pour mes *Tableaux*, j'ai préparé une *Glace d'Allemagne* très-mince, mais je n'en ai point encore fait d'usage. Cependant les *Intermittences* dont j'ai parlé à l'égard des Modifications respectives de la *Lame non-conductrice* & de ses *Armures*, ne tiennent que pour le degré au manque d'intimité du contact ; car je les montrerai dans la *Bouteille de Leyde*, où les Feuilles d'étain qui lui servent d'*Armure* sont si intimément appliquées au Verre.

#### *Huitième Classe d'Expériences.*

486. Il est intéressant de connoître, quelle quantité de *Matière électrique* s'est accumulée sur l'une des Faces de la *Lame non-conductrice* du *Tableau* quand la *Charge* est arrivée à son *Maximum* ; & nous avons un moyen de le découvrir, par la *Décharge* successive à la manière que j'ai énoncée à la fin de la *Neuvième Expérience*. Cela suppose qu'on a déterminé, par les Expériences que j'ai indiquées ci-devant (§ 466), la manière dont se *chargent* les *Con-*

*ducteurs* de diverses formes ; parce que la recherche dont il s'agit consiste à savoir : “ à quel  
“ degré d'*Électrification* arriveroit un Corps con-  
“ ducteur de même Surface que la partie de  
“ la *Lame non-conductrice* qui se charge, s'il  
“ contenoit tout le *Fluide électrique* qui s'est  
“ condensé sur cette dernière.” Je supposerai  
ici, qu'une *Sphère métallique*, de même Surface  
que la partie de la *Lame non-conductrice* cou-  
verte par l'*Armure*, soit un terme exact de com-  
paraïson , & que le Langage de l'*Électromètre* a  
été déterminé par les moyens indiqués ci-dessus.  
Il faudroit isoler une *Sphère métallique*, dont la  
Surface, compris celle d'un *Électromètre* qui lui  
seroit joint, fût sensiblement égale à la Surface  
*non - conductrice* armée. Cette *Sphère* devrait  
être placée à une telle distance du Tableau,  
qu'il ne produisît aucun mouvement dans son  
*Électromètre*. Il faudroit établir entre le *Tableau* & la *Sphère*, une *Communication* dont le  
Fil métallique fût en forme d'anneau d'un côté,  
& pointu de l'autre. Ce *Fil* devrait se mouvoir  
en *bascule* au haut d'un Support isolant, de ma-  
nière que le côté de l'Anneau inclinât à tomber,  
& que lorsque ce *Fil* seroit libre, son Anneau  
reposât sur quelque partie de l'*Armure A*, & sa  
Pointe contre la *Sphère*, un peu au-dessous du  
Diamètre horizontal. Un Cordon de Soie, fixé

à ce *Fil*, pourroit lui faire abandonner en même tems l'*Armure* & la *Sphère*. Quand on voudroit qu'il y retournât, il faudroit le lâcher lentement : alors il partiroit une *Étincelle* de l'*Armure* sur l'*Anneau* de ce *Fil*, avant que sa *Pointe* fût arrivée au contact de la *Sphère* ; par où le *Fluide électrique* n'arriveroit pas brusquement sur celle-ci, & la *Balle* de son *Électromètre* oscillerait peu. Voici maintenant l'opération.

487. Ayant chargé le *Tableau*, & déchargé l'*Armure A* jusqu'à ce qu'elle soit prête à enlever du *Fluide* à la *Surface non-conductrice* (§ 484), & l'*Armure B* continuant à communiquer avec le Sol ; on établira une première fois la *Communication* entre l'*Armure A* & la *Sphère*, puis on l'enlèvera : on notera le degré d'*Électrification* de cette dernière, après quoi on la déchargera avec une *Pointe*, pour que la *Balle* ne retombe pas trop brusquement ; & l'on répétera l'opération aussi long-tems que le *Tableau* fera mouvoir la *Balle* de la *Sphère*. Par des essais que j'ai déjà faits, cette Expérience est très-longue, & il faut de la patience pour la conduire jusqu'au bout. Quand elle aura été faite avec exactitude, la somme de toutes les Indications successives de l'*Électromètre* de la *Sphère*, fournira le degré d'*Électrification*

*sation* où elle arriveroit, si elle pouvoit contenir à la fois tout le *Fluide électrique* qui lui est venu successivement de la Surface armée du *Tableau*. Par ce même moyen on pourra comparer les différentes Substances *non-conductrices* qui peuvent être réduites en Lames minces ; & connoître aussi les différences qui résultent sans doute, quant à la quantité de la Charge, de l'emploi d'*Armures* mobiles, au lieu des Feuilles d'étain qui s'appliquent plus intimément.

488. Une autre quantité de *Fluide électrique* qu'il est encore intéressant de connoître, est celle que la Décharge du *Tableau* ne lui enlève pas, & d'où résulte sa *Faculté électrophorique* : or voici une méthode par laquelle je pense qu'on parviendra à découvrir cette quantité. Il m'a réussi quelquefois de détruire complètement la *Faculté électrophorique* d'un *Tableau* déchargé, en donnant des *Étincelles* à l'Armure B avec une Bouteille de Leyde, & en tirant alternativement de l'Armure A. Après une forte *Étincelle* donnée d'un côté & tirée de l'autre, j'essayois le *Tableau* comme *Électrophore*. Si cette *Étincelle* n'avoit produit aucun effet, j'en employois deux, trois, ou quatre de suite avant que d'ôter les *Armures*, pour les faire changer plus fortement d'état en sens contraire, & leur donner



ainfi plus de pouvoir fur l'*Électrophore*. Souvent il arrivoit, qu'après avoir vu la Faculté *électrophorique* prête à cesser, une nouvelle opération la faisoit passer en sens contraire ; mais quelquefois je réussissois à la détruire entièrement. Au lieu de faire passer ainfi dans le Sol le *Fluide électrique* qui abandonneroit l'Armure A, il faudroit le recevoir dans la *Sphère* de l'Expérience précédente, qu'on déchargeroit fucceffivement après avoir noté les quantités. Quand on auroit réussi à détruire exactement par cette voie la Faculté *électrophorique* d'un *Tableau*, la somme des quantités de *Fluide électrique* reçues par la *Sphère*, indiqueroit la quantité totale qui produisoit cette Faculté.

489. Il y a encore des Expériences assez intéressantes à faire avec deux Lames *électrophoriques*, appliquées l'une contre l'autre, soit par leurs Faces semblablement électrisées, soit par leurs Faces électrisées en sens contraire ; & en les prenant par Paires, soit de même espèce, soit d'espèces différentes ; observant les diverses modifications des *Armures*, & celles que les *Lames* produisent les unes sur les autres. Toutes ces variétés dans les circonstances produisent différens effets ; & les essais d'explication, joints aux nouvelles Expériences qu'ils inspireroient,

augmenteroient de plus en plus l'intérêt & les lumières. En m'occupant de ces Expériences, j'observai une fois un Phénomène, que je n'ai pu produire depuis. Je venois d'essayer le degré de Faculté *électrophorique* d'un *Tableau* de Fer-blanc couvert de Cire d'Espagne, pour l'associer avec un autre *Tableau*, & je lui avois trouvé encore une force sensible : en le mettant dans le Cadre, il le heurta par accident, ce qui le fit fortement résonner. Je craignis que la couche de Cire d'Espagne ne fût crevassée ; mais en l'examinant je n'y apperçus aucune fente : cependant, l'ayant essayé de nouveau comme *Électrophore*, il ne produisit plus d'effet. Je le crus gâté, & j'allois faire refondre la Cire, lorsqu'il me vint à l'esprit d'essayer de le *charger* : il se chargea très-bien, & redevint *Électrophore* après la décharge. Seroit-ce donc, que de fortes vibrations dans cette *Lame*, auroient aidé le rétablissement de l'Équilibre du *Fluide électrique* ? Je le frappai plusieurs fois depuis, mais je ne reproduisis plus le même effet.

#### *Neuvième Classe d'Expériences.*

490. Lorsqu'on tire des *Étincelles* d'un Conducteur chargé, ou qu'il s'en échappe des *Aigrettes*, on apperçoit trois Phénomènes que le

*Fluide électrique* ne manifeste point tant qu'il est retenu par quelque Corps : il y a *Clarté*, *Chaleur*, & *Odeur phosphorique*. Je regarde ces Phénomènes comme étant des effets de la *décomposition* d'une partie du *Fluide électrique*, qui devient alors très-dense. Par cette décomposition, trois de ses Ingrédients se manifestent, savoir la *Lumière*, le *Feu* ou la *Matière du Feu*, & une troisième Substance qui produit l'*Odeur phosphorique* : c'est du moins ce que je suppose ici, pour expliquer une autre Classe d'Expériences, que j'ai déjà tentée, mais que j'avois renvoyé de faire avec plus de soin, lorsque mes Appareils le rendroient possible, & après avoir déterminé tout ce qui doit l'être préalablement. Voici le but & le plan de ces Expériences.

491. J'ai peu de doute que les Causes de la *Clarté* & de la *Chaleur*, produites par les *Étincelles* & les *Aigrettes*, ne soient dans le *Fluide différent* du *Fluide électrique*, dont une partie se décompose alors : mais je soupçonne que l'*Odeur phosphorique* est due, ou à la décomposition de la *Matière électrique*, ou à quelque nouvelle combinaison qu'elle éprouve dans ce moment-là. Si elle venoit encore du *Fluide différent* décomposé, l'Expérience dont je vais

parler ne nous apprendroit rien ; car tant que la même quantité de *Matière électrique* subsiste dans un Système de Corps, l'*Air* & tous les Corps voisins lui fournissent une quantité de *Fluide différent* proportionnelle à la position où il se trouve. Mais si cette *Odeur* procède d'une certaine quantité de *Matière électrique* qui change d'état ; l'Expérience suivante pourroit peut-être nous faire appercevoir la perte de cette quantité.

492. Je supposerai qu'on a étudié tout ce qui concerne la *Charge* du *Tableau magique*, tant dans la méthode ordinaire, que lorsqu'on le charge par lui-même ; & qu'on peut connoître ainsi, par les Indications des *Armures* au contact & loin du *Tableau*, dans quel sens, & combien, il diffère de l'état du *Milieu* lorsque la *Charge* est finie. Il faut alors le *décharger* par lui-même, au moyen des *Balles mobiles* (§ 436) fixées pour cet effet à ses *Armures* ; & examiner ensuite son état & celui des *Armures*, pour savoir si la quantité du *Fluide électrique* n'y a point diminué par la vive *Étincelle* qui a fait la *Décharge*. C'est en vue de cette Expérience, que j'ai cherché à *charger* le *Tableau* de la manière que j'ai décrite ; & dans mes premiers essais, il me semble que la quan-

tité de la *Matière électrique* avoit diminué. Toutefois cette Expérience est si compliquée, que je n'oserois en tirer encore aucune conséquence positive.

*Dixième Classe d'Expériences.*

493. C'est principalement en vue du *Condensateur* de M. VOLTA, que j'ai fait mes *Pendules micromètres*. Ils ne sont pas applicables à une détermination plus exacte des grands degrés d'*Électrification*; car dès qu'un de ces *Pendules* est mis à l'*Électromètre*, les Corps auxquels on l'applique ne peuvent être *électrisés* que d'environ 4° avec l'un, & 0,4 avec l'autre. D'ailleurs nous sommes loin encore de la précision à des égards plus essentiels qu'une détermination minutieuse de l'Indication de l'*Électromètre fondamental*; ainsi rien encore ne la rend nécessaire. Ces *Micromètres* ne peuvent pas non plus être appliqués à de petits Corps; parce que leur Surface conductrice est trop grande; par où ils affoibliroient trop les degrés d'*Électrification* qu'ils devroient mesurer. Leur fonction est donc, de mesurer de petits degrés d'*Électrification*, dans les cas où la quantité de *Fluide électrique* qu'ils reçoivent eux-mêmes, ne diminue pas sensiblement le degré d'*Électrification* des Corps auxquels on les applique.



Ainsi par exemple, lorsque dans l'*Expérience huitième* (§ 487), l'*Electromètre* de la *Sphère* communiquant avec l'Armure A, ne donneroit plus de signes sensibles d'*Electrification*; substituant successivement à son *Pendule*, les deux *Pendules micromètres*, on auroit encore long-tems de petites Charges mesurables de la *Sphère*.

494. Mais le principal usage de ces *Micromètres*, est de déterminer le Langage des *Condensateurs*; & voici un exemple de la marche qu'il faudroit suivre. Je suppose un *Condensateur* dans le Cadre Pl. I, Fig. 10; ayant l'Armure B en communication avec le Sol. Je mets à l'Armure A, séparée du *Condensateur*, le plus petit des *Pendules micromètres*, dont je suppose que les indications sur l'*Échelle* sont des 100<sup>mes</sup> de degré de l'*Electromètre fondamental*. Je décharge une grande *Bouteille de Leyde*, en touchant la Table avec son Bouton, jusqu'à ce qu'elle ne puisse faire élever le *Micromètre* que de peu de ses degrés; par exemple à 0,05 de l'*Electromètre fondamental*. Si le *Condensateur* est bon, je puis alors mettre à l'Armure A la *Balle fondamentale*, avant que de l'appliquer au *Condensateur*; & si dans cet état je touche l'Armure avec la même *Bouteille*,

& que je la tire ensuite de l'Influence du *Condensateur*, la grosse Balle se mouvra de plusieurs degrés. Si eile indiquoit 5,0, l'effet du *Condensateur* feroit de *centupler* dans l'*Armure*, le degré d'*Electrification* qui lui est communiqué tandis qu'elle est en contact avec lui. Il me semble d'avoir observé des Effets aussi grands que celui-là, & même plus grands; toutefois je ne l'affirme pas, parce que lorsque j'ai fait ces Expériences, mes Instrumens avoient encore un Langage trop vague; ainsi je n'emploie ce nombre que pour exprimer plus aisément la Méthode que j'ai en vue. Ayant donc éprouvé ainsi le degré de pouvoir d'un *Condensateur* pour *amplifier* les *Electrifications* communiquées à son *Armure*, il deviendra un vrai *Micromètre*, applicable principalement aux *Conducteurs* élevés dans l'Air, lorsqu'ils cessent de donner des signes d'*Electrification* mesurables par le plus petit des *Micromètres* immédiats. Ils ne donneront pas plus d'indice d'*Electrification* quand on appliquera l'*Armure* au *Condensateur*; mais en l'en séparant il arrivera quelquefois, qu'elle ne pourra pas contenir tout le *Fluide* qu'elle aura reçu; parce que la petite *Balle*, dépassant l'Echelle, le dissipera. Alors il faudra ôter cette *Balle*, & lui substituer ou celle qui sert de

premier *Micromètre*, ou peut-être même la *Balle fondamentale*. En général, il faut que lorsqu'on retirera l'*Armure* du contact du *Condensateur*, la *Balle* appliquée à la première se fixe dans l'étendue de l'Echelle. Alors le degré d'*Electrification* du *Conducteur aérien*, fera  $\frac{1}{100}$  de l'indication immédiate de la Balle. Mais je le répète, il ne s'agit ici que d'une idée générale de la Méthode à employer pour déterminer le Langage du *Condensateur*; car je ne doute point que lorsqu'on entreprendra des Expériences régulières sur cet objet, on ne découvre des Phénomènes qui conduiront à de nouvelles recherches.

495. En finissant ici l'indication des principales Expériences auxquelles j'ai destiné les Appareils décrits ci-devant, je leur appliquerai en commun la réflexion par laquelle j'ai terminé l'exposition du plan de la dernière. Ce seroit peu que de suivre littéralement ces plans, & d'en rassembler les résultats; il faut examiner ceux-ci pas à pas; tenter de les rassembler sous des *Loix* régulières qui aient au moins des rapports probables avec quelque circonstance sensible; & fixant son attention sur ceux qui s'écarteront essentiellement de ces Loix, s'obstiner à en découvrir les Causes. Les ambiguï-

tés, les paradoxes, les difficultés qui se présentent dans de telles recherches , en font quelquefois les circonstances les plus heureuses : il faut forcer ces obstacles, car quelque vérité est toujours au-delà.

## SECTION XII.

*Des Figures électriques de M. le Professeur  
LICHTENBERG.*

496. J'AI destiné cette Section à une Classe d'Expériences électriques d'un genre tout différent de celles dont j'ai traité dans la Section précédente , & qui nous met en état de suivre à l'œil les traces du *Fluide électrique* sur les Corps *non-conducteurs*. C'est M. LICHTENBERG , Professeur de Philosophie à *Gottingue*, qui nous a ouvert cette nouvelle route, par la découverte qu'il fit au commencement de l'année 1777 , de certaines *Figures* que trace la *Poussière de Résine* sur les Corps *non-conducteurs* électrisés : il a rendu compte des Expériences auxquelles il avoit été conduit par sa découverte, dans deux Mémoires imprimés en 1778 & 1779. Je passai à *Gottingue* dans le tems même où il s'occupoit de ces Expériences ; il

eut la bonté de m'en rendre témoin ; & j'en conclus avec lui dès ce tems-là , qu'elles devoient conduire à quelque découverte sur la nature du *Fluide électrique*. Lors donc que j'eus repris les Expériences de ce genre, un de mes premiers objets fut de suivre celles-là avec la plus grande attention. Les parties de mon Journal qui les contiennent, fourniroient seules un Volume, & devroient être accompagnées de Planches, qui, si elles étoient bien exécutées, émuleroient celles de la Botanique ou de la Pyrotechnie. Mais pour qu'il convînt de publier un tel Ouvrage, il faudroit avoir poussé jusqu'au bout l'Analyse des Modifications de ces *Figures*, & je n'y suis pas arrivé encore. Je me contenterai donc de donner ici une idée générale de la nature de ces Expériences, & des résultats qu'elles m'ont fournis.

497. On fait en quoi consistent ces *Figures*. Lorsqu'on poudre une Surface *non-conductrice* électrisée, avec de la *Poussière de Résine* secouée au travers d'un sachet de toile, elle s'arrange sous des formes qui ont de la régularité dans leur désordre ; ce sont des *Etoiles*, & des *cercles concentriques*, sur un Champ irrégulièrement poudré. En n'*électrisant* qu'une seule place d'une Surface *non-conductrice*, on produit



des *Figures* plus déterminées, dont les caractères sont très-différens dans les deux espèces d'*Electrifications*. M. LICHTENBERG avoit déjà conclu de ses Expériences, que les parties de la Surface *non-conductrice* où la *Poussière de Résine* s'attache, sont *positives*, & que celles qu'elle laisse découvertes, sont *négatives*; & M. CAVALLLO l'a expliqué, en montrant, que la *Poussière de Résine* devient *négative* par le frottement qu'elle éprouve en traversant la toile. J'en ai vu aussi une preuve indirecte dans mes Expériences : lorsque j'employois de la toile trop claire, où la *Résine* éprouvoit moins de frottement, mes *Figures* étoient plus vagues; & elles devenoient très-nettes, lorsqu'il falloit de fortes secouffes pour que la *Poussière* s'échappât.

498. Pour rendre visibles à la fois les *Electrifications positives & négatives* qui ont lieu quand on *charge* les Substances *non-conductrices*, j'ai employé celles-ci en lames minces; ce sont des plaques de *verre*, vernissées de *Cire d'Espagne noire*, tamisée & fonduë à leur Surface. La plupart des Lames que j'emploie sont couvertes de cette *Cire* des deux côtés; d'autres le sont d'un côté seulement, & j'en ai aussi qui, ayant de la *Cire* des deux côtés, ont des places découvertes,

à l'opposite de places couvertes. Les parties découvertes sont destinées à faire les Expériences sur le *verre* même ; & la *Cire* que je mets au côté opposé, ne sert qu'à procurer un fond noir aux *Figures*. Il faut alors observer séparément les effets des deux *Électrifications* sur le *verre* ; car la *Figure* opposée à celle qui est produite sur lui, étant sur la *Cire*, a d'autres caractères. Ces *Lames* servent très-long-tems ; & quand on veut y répéter ou changer les Expériences, il suffit de les tenir devant le feu jusqu'à ramollir la *Cire*, pour dissiper totalement les *Électrifications* précédentes.

499. Pour que ces *Lames* soient libres des deux côtés lorsque j'opère sur elles, je les fais porter horizontalement par deux Bras de verre vernissé, sur lesquelles elles reposent par leur bord ; & ces Bras eux-mêmes sont portés par un Pied isolant. Au-dessus de ce Pied, s'élève une Tige sur laquelle tourne un autre Bras de verre, dont l'extrémité porte le *Corps conducteur* par lequel j'électrise la *Lame non-conductrice* : ce Bras peut aussi s'allonger ou s'accourcir ; & par ces deux mouvemens, il porte le *Corps conducteur* sur telle partie de la *Lame* qu'on veut. Enfin il est suspendu à la manière des Marteaux de Martinets ; de sorte qu'on peut enlever le

*Corps conducteur* fans toucher celui-ci. Un autre Pied isolant porte un *Corps conducteur* semblable à celui-là, au bout d'un autre *Bras* pareil ; avec cette différence, qu'un Contre-poids le fait porter contre la face inférieure de la *Lame*, au lieu que l'autre y repose naturellement par son poids ; & dans la plupart des Expériences, ces deux *Corps* sont appliqués ensemble à la *Lame*, à l'opposite l'un de l'autre. Enfin, un troisième Pied, mais *conducteur*, porte un *Bras* mobile, par lequel je puis établir une Communication conductrice du *Corps* inférieur avec le Sol, & l'enlever quand il est besoin.

500. Les deux *Corps conducteurs* dont je viens de parler, peuvent être de formes différentes ; seulement ils doivent avoir assez de hauteur, pour que le Bouton d'une *Bouteille de Leyde*, qui sert à les électriser, ne s'approche pas trop de la *Lame* ; je les ai employés d'environ  $1\frac{1}{2}$  pouce. Quant à leur Base, par laquelle ils reposent sur la *Lame* non-conductrice, les effets de ses diverses Formes sont un des objets des Expériences : voici les principales que j'ai employées.

- 1° De simples *Pointes*, portant à l'autre extrémité une petite boule pour exciter l'Étincelle.
- 2° De simples *Lames droites*, ayant aussi une petite boule dans le haut.
- 3° Des *Lames droi-*

*tes parallèles* à peu de distance l'une de l'autre.

4° Des *Lames circulaires*. 5° Des Corps à base plate. J'ai suivi avec ces cinq différentes formes de *Corps conducteurs* par paires, toutes les variétés des Expériences que je vais décrire. A quoi j'ajouterai seulement ici, comme M. LICHTENBERG avoit déjà remarqué ; que de toutes ces *Figures*, les plus intéressantes pour leur beauté, sont celles que produit l'Électrification *positive*, faite par la base d'un Tube d'environ un pouce de diamètre. Il y a des *Étincelles d'ordre* plus riches que celles-là, mais il y en a peu de plus belles.

501. Ces *Corps conducteurs* par paires, montés de la manière que j'ai décrite, remplacent les *Armures* mobiles d'un *Tableau*, & font des *Charges & Décharges* sur la *Lame non-conductrice*. On peut donc y varier les Expériences de la même manière, & il le faut nécessairement pour comprendre le sens des *Figures*. Ce sont les changemens qu'elles éprouvent dans les différentes manières d'opérer, qui manifestent les Causes des variations qu'on y remarque, & qui conduisent ainsi à une Théorie de ces *Figures*. Voici huit premières variations dans les Expériences, que j'ai suivies avec les cinq Corps ci-dessus, & par chacune desquelles j'ai

eu des différences caractéristiques dans les *Figures* tant *positives* que *négatives* (car elles se forment toujours par couples des deux espèces); ce qui produit quatre-vingt *Figures* distinctes, je ne dis pas pour les *Formes*, mais pour les *Caractères*. *Prem. Exp.* Les deux *Corps conducteurs* étant placés à l'opposite l'un de l'autre, donner une *Etincelle* à celui de dessus, puis l'enlever en le *touchant*, pour le faire communiquer avec le Sol avant qu'il abandonne la *Lame*. *Sec. Exp.* Comme la précédente, mais en enlevant le *Corps* de dessus par son bras *isolant*. *Trois. Exp.* Oter la Communication au Sol du *Corps* de dessous, avant que d'enlever celui de dessus, & *toucher* celui-ci en l'enlevant. *Quatr. Exp.* Comme la précédente, mais en enlevant le *Corps* de dessus par son Bras de verre. *Cinq. Exp.* Oter la Communication au Sol du *Corps* de dessous, avant que de donner l'*Etincelle*, & *toucher* le *Corps* de dessus en l'enlevant. *Six. Exp.* Comme la précédente, en enlevant le *Corps* de dessus par son Bras de verre. *Sept. Exp.* Donner l'*Etincelle* au *Corps* de dessus, sans qu'il y aît rien au-dessous, & enlever ce *Corps* en le *touchant*. *Huit. Exp.* La même que la précédente, en enlevant le *Corps* par son bras de verre. Après chacune de ces Expériences avec les divers *Corps*, il faut *pou-*  
*drer*



*drer* la *Lame non-conductrice* dessus & dessous, & étudier les différences caractéristiques des *Figures*. Il y a quelquefois des différences accidentelles, provenant principalement du plus ou moins d'exactitude dans le contact des Corps avec la *Lame*, ou dans leur opposition ; & pour éviter de les confondre avec les différences caractéristiques, j'ai fait mes Lames de six pouces en quarré ; ce qui me permet d'y répéter les mêmes opérations en différentes places, avant que de *poudrer*, & de comparer ainsi les *Figures*. Cette grandeur des *Lames* me permet aussi de faire à la fois plusieurs opérations d'espèces différentes, pour les comparer plus immédiatement : ce que je fais toujours d'ailleurs, en conservant les variétés des *Figures* sur des *Lames* différentes, jusqu'à ce que j'en aie observé tous les caractères comparatifs.

502. J'ai varié encore ces Expériences de deux manières qui les embrassent toutes. La première consiste, à *poudrer* le dessus de la *Lame* d'abord après avoir donné l'*Etincelle*, pour observer les changemens que son premier arrangement subit, par les différentes façons d'enlever les deux *Corps*, & suivant les différentes formes de ceux-ci. Cette manière d'opérer, est une de celles qui m'a le plus aidé à décou-

virir les diverses Modifications qu'éprouve la *Lame*. Le second changement consiste, à *poudrer* la *Lame* avant que de donner l'*Etincelle*; pour examiner les Mouvemens de la *Poussière* quand l'*Etincelle* part, & ceux qu'elle subit de nouveau lorsqu'on enlève les Corps. Mais ces deux manières de *poudrer*, ne peuvent s'exécuter qu'à la Face supérieure; & jusques-là on ne voit que les Modifications des *Figures positives*. Pour observer donc aussi celles des *Figures négatives*, voici deux méthodes différentes, qui reviendroient au même s'il s'agissoit de la Charge du *Tableau*, mais qui produisent des différences caractéristiques dans les *Figures*. L'une est, d'agir sur le Corps de dessus, avec la *Bouteille* chargée par le *Frottoir* de la Machine; ou avec l'Armure extérieure de la *Bouteille*, prise par son Bouton sur un Guéridon isolant: l'autre de faire communiquer le Corps de dessus avec le Sol, & de donner l'*Etincelle* au Corps de dessous.

503. On conçoit combien le champ de ces Expériences s'agrandit, par ces changemens, dont chacun embrasse tant d'autres variétés dans les Expériences. Cependant j'ai parcouru nombre de fois tout ce champ, & même avec plus de variété encore que je n'en exprime ici, pour débrouiller certains caractères des *Figures*; & malgré

cela je ne suis pas arrivé à les entendre tous. Mais à force de les étudier, j'en ai saisi au moins la Marche générale, & par elle celle des Causes. J'y ai trouvé des confirmations évidentes du Systême que j'avois formé dès l'entrée d'après la Théorie de M. VOLTA, & découvert des Loix que je n'aurois pu appercevoir par aucune autre route. Ce sont ces Objets généraux seuls que j'expliquerai ici.

504. J'ai dit d'entrée, que les *Corps conducteurs* employés dans ces Expériences, servent à *charger & décharger* la *Lame non-conductrice*; & qu'en cela ils ressemblent aux *Armures* mobiles du *Tableau*; mais les *Figures* dont il s'agit, proviennent d'une Cause presque entièrement étrangère aux Modifications que j'ai suivies ci-devant dans ce dernier Appareil; & le Phénomène analogue à ces dernières Modifications; ne fait que la plus petite partie des Caractères des *Figures*. Dans le *Tableau*, nous ne considérons que celles des parties de la *Lame non-conductrice* qui sont couvertes par les *Armures*: or les parties analogues à celles-là dans les Expériences sur les *Figures*, qui sont absolument insensibles quand l'*Etincelle* est donnée par une *Pointe*, le sont toujours très-faiblement, à cause du peu d'étendue de la base des petits Corps: de sorte

que la majeure partie de ce qui regarde l'ensemble des *Figures*, n'est analogue qu'à une petite partie des Modifications du *Tableau*, dont je n'ai pas parlé encore, favoir, ce qui se passe autour des *Armures*; c'est ce que je vais expliquer, en exposant d'abord une des *Loix* générales de ces Phénomènes.

505. Nous sommes assurés, que par-tout où la *Poussière de résine* s'attache l'état de la *Lame* est *positif*, & qu'au contraire toutes les parties qui n'en reçoivent point sont *négatives*. Mais ces symptômes n'indiquent pas uniquement l'état de la Surface poudrée; parce que l'*Étincelle* ne l'a pas modifiée elle seule, & que les deux Surfaces de la *Lame* sont si voisines l'une de l'autre, qu'elles agissent toujours en commun sur la *Poussière*: de sorte que celle-ci est déterminée par la *somme* des deux états, modifiée par la différence de distance des Surfaces. Ce n'est donc pas sur les parties d'une Surface *non-conductrice* qui se trouvent posséder le plus de *Matière électrique* que la *Poussière* s'attache avec le plus d'abondance; mais sur celles où l'accumulation qui s'en est faite, se trouve le moins compensée par une privation du côté opposé. Certains Caractères des *Figures* m'ayant fait soupçonner cette

*Loi*, je fis une *Lame* de Cire noire assez grande pour servir de *Tableau magique* ; & après l'avoir chargée, je la poudrai des deux côtés. Les parties couvertes par les *Armures*, ne présentèrent qu'un *Nuage* confus, parsemé de petites *Etoiles* du côté positif & de petites taches comme des *Perles* du côté négatif. Les mêmes *Nuages* se manifestèrent, avec de simples changemens accidentels dans leurs formes, en poudrant après la *Décharge* ; & seulement il se trouva quelques petites *Etoiles* au côté négatif, & quelques *Perles* au côté positif. Or ce sont-là les mêmes apparences que j'avois remarquées dans les parties des *Figures* que les petits *Corps* avoient touchées, lorsque ces parties étoient assez étendues pour qu'on pût y observer quelque chose de distinct. Les petites *Etoiles* marquent le lieu où un Filet de *Fluide électrique* s'est élancé sur la *Lame* ; c'est l'effet d'une *Aigrette*. Les petites *Perles* marquent des points vers lesquels le *Fluide* propre de la *Lame* s'est porté, à cause d'un contact plus intime du Corps conducteur ; & ainsi elles sont analogues aux *Points lumineux*. Les places occupées par les petits *Corps* sur la *Lame*, sur-tout quand il s'agit de *Corps* pointus ou minces, ne forment qu'une très-petite partie des *Figures* ; ce sont proprement les Points auxquels elles se rapportent, ou qui déterminent



l'espace sur lequel elles se formeront : & il en est de même des places occupées par les *Armures* sur le *Tableau magique* : c'est autour d'elles que se forment les *Figures*, & elles y suivent toutes les *Loix* dont je vais parler maintenant.

506. C'est d'abord à la Faculté *non-conductrice* des *Lames* que nous devons ces *Figures* ; puisque c'est par elle que la *Matière électrique* y prend des arrangemens durables : celle qui arrive au contact de quelque partie de la Surface, s'y trouve fixée ; & si au contraire la *Lame* perd quelque part de sa *Matière électrique* propre, les parties voisines, ni l'Air, ne peuvent remplacer cette perte que fort lentement. Aussi la *Poussière* forme-t-elle encore des *Figures* très-nettes, plusieurs heures après les opérations ; & elle en forme nombre de fois de suite par une même opération, quand on l'enlève légèrement. Ces *Figures*, par toutes leurs variétés dépendantes de circonstances déterminées, confirment donc à l'œil, ce que j'ai établi ci-devant à l'égard de la Faculté *non-conductrice* : & nous y suivons aussi à l'œil, les Effets des Propriétés du *Fluide électrique* lui-même ; puisque ce sont ces Propriétés qui produisent les accumulations & les privations de *Matière électrique* que la *Poussière* nous fait appercevoir. C'est ce que je vais

expliquer, en décrivant d'abord les Caractères généraux des *Figures*.

507. Le premier de ces Caractères ; puisqu'il embrasse les *Figures positives* comme les *Figures négatives* ; consiste, dans des Bandes *négatives* bordées de Bandes *positives*, plus ou moins nombreuses suivant l'Espèce des *Figures*, & qui suivent les contours des places que les *Corps* ont occupées sur la *Lame*. Quand on considère ces Bandes, on juge qu'elles sont produites sur un Fond négatif, bordé d'une Bande *positive* vague ; & que ce Fond a été entrecoupé par des causes postérieures à sa formation. Il se trouve en effet divisé en diverses Bandes parallèles *positives* & *négatives*, qui suivent les contours de la base du *Corps*, & qui par conséquent sont concentriques quand ce *Corps* est pointu ou à base circulaire : je ne supposerai que de tels *Corps*. Le Fond *négatif* sur lequel se forment ces Zones, toujours bordé d'un Nuage *positif*, est la première modification qu'éprouve la *Lame* à l'approche du *Bouton* de la *Bouteille* : elle est produite par l'action du *Fluide différent* sur la *Matière électrique* propre de la *Lame*, qui la fait glisser, tant à la Surface supérieure qu'à la Surface inférieure ; & celle qui se trouve ainsi déplacée, s'accumule sur le bord de l'espace où

s'exerce l'action du *Fluide déférent*. On apperçoit cet effet & tous ses degrés, en présentant simplement le *Bouton* à la *Lame*, & la pouvant après qu'il est retiré : car alors on n'a qu'une Tache *noiratre*, & ainsi *négative*, bordée d'un Nuage *positif*. Mais si les deux *Corps* ont été placés sur la *Lame*, & qu'on aît approché le *Bouton* du *Corps* de dessus sans donner l'*Etincelle*, le Fond *noir* se trouve déjà entrecoupé ; & voici les détails de cette seconde espèce de *Figures*. 1°. Il s'est formé une petite *Frange positive* autour de la Base du *Corps*, provenant du *Fluide électrique* propre du *Corps*, qui, ayant reçu plus de force expansive par le *Fluide déférent* du *Bouton*, s'est étendu en rayons sur la *Lame*. 2°. Ce *Fluide*, en partant de la Base du *Corps*, a augmenté l'état *négatif* de la *Lame* autour de lui, & a formé ainsi une première petite Zone plus *négative* que le Fond, bordée à l'extérieur d'une petite Zone *positive* par l'accumulation de la *Matière électrique* qui a glissé sur la *Lame*. 3°. La *Matière électrique* qui forme la *Frange* à la Surface supérieure, agissant sur la *Poussière* à l'autre côté de la *Lame*, y produit une Zone nuageuse *positive* opposée à cette *Frange*. 4°. L'action du *Fluide déférent* de la *Frange*, a fait passer du *Fluide électrique* dans le *Corps* de dessous, aux dépens des parties voisins de la

*Lame* ; & par-là il s'est formé un cercle *néгатif* autour de la place du Corps. Tous ces Symptômes s'agrandissent, & de nouvelles coupures se forment dans le premier Fond *néгатif*, à mesure que le *Bouton* s'approche ; tant par sa plus grande proximité, que parce qu'il se charge de plus en plus. L'*Etincelle* partant ensuite, donne lieu à de nouvelles coupures. Enfin, les différentes manières d'enlever les Corps après que l'*Etincelle* a été donnée, produisent un nouvel ordre de *Coupures*, portant certains Caractères distinctifs, où se trouvent les seules difficultés que j'aie rencontrées dans les explications de détail, & pour lesquelles j'ai tellement varié les Expériences. Ainsi ce premier Caractère général des *Figures électriques* ; savoir des *Zones* alternativement *positives* & *néгатives* qui accompagnent les *Figures* tant *positives* que *néгатives* ; a pour première Cause, le déplacement de la *Matière électrique* propre de la *Lame*, produit par l'*Influence* du *Fluide électrique* étranger ; à quoi se joignent, suivant les circonstances, de nouveaux déplacements, tant de cette *Matière électrique* appartenant déjà à la *Lame* au commencement de l'Expérience, que de celle qu'elle reçoit par l'*Etincelle*.

508. Les Caractères qui distinguent les *Figures positives* des *Figures néгатives* consistent prin-

cipalement, en ce que ces dernières ne sont dues, dans la plupart des cas, qu'aux déplacements de la *Matière électrique* propre de la *Lame*, qui se font par Zones concentriques; au lieu que les Figures *positives* portent l'empreinte du nouveau *Fluide* arrivé à la *Lame*. Quand le *Corps* de dessus a reçu l'*Etincelle*, le nouveau *Fluide électrique*, que ce *Corps* ne peut pas tout contenir, suivant sa tendance au mouvement en ligne droite, se divise en *Filets* à sa sortie & se répand sur la *Lame*. La première quantité qui y arrive, y imprime tous ses *Filets* par le dépôt de sa *Matière électrique*; & lorsque cette partie de la *Lame* est poudrée, elle présente à l'œil une *Frange*, aussi épaisse & à fils aussi entrelacés, que les *Effilés* dont on borde les Manchettes de deuil. Quand la *Lame* est assez chargée de ces premiers *Filets*, elle résiste à en recevoir davantage; & alors le *Fluide électrique* qui s'accumule dans la Base du *Corps*, résistant à celui qui succède, le fait jaillir par faisceaux, qui partent du *Corps* à une certaine hauteur & vont s'attacher à la *Lame*; commençant à la toucher à quelque distance du *Corps*, & s'étendant de là en *Rayons*, à la manière dont on représente le Soleil. Ce sont ces deux espèces de *Filets*, avec toutes les modifications *concentriques* qu'éprouve leur Fond & qu'ils peuvent éprouver



eux-mêmes, qui font la beauté des Figures *positives*, & constituent leur Caractère distinctif.

509. A la chute de cette espèce d'*Aigrette* sur la *Lame non-conductrice*, le *Fond* primitif des *Figures*, tant de dessus que de dessous, éprouve diverses Modifications, dont voici les plus générales. 1°. La *Frange*, devenue plus épaisse, étend son *influence* plus loin sur ce *Fond* primitif, & élargit ainsi, tant la *Zone négative* qui la borde, que la *Zone positive* qui termine celle-ci à l'extérieur. 2°. Le même effet a lieu au dessous à l'égard du *Fond*; & le *Nuage positif*, produit par l'action de la *Frange* de dessus au travers de la *Lame*, devient plus étendu & plus blanc. 3°. Par-tout où les *Filets* de la seconde classe (ceux qui ont été lancés par le *Corps* à quelque hauteur au dessus de la *Base*) ont rasé la *Frange* sans la toucher, leur passage est indiqué par des traits *noirs* sur la *Frange*; parce que le *Fluide désérent* de ces *Filets* a déplacé la *Matière électrique* au dessous d'eux: mais lorsqu'ils ont touché la *Frange*, ils l'ont épaissie. On distingue, par leur prolongation hors de la *Frange*, les *Filets* individuels qui ont produit ces deux effets contraires sur elle. 4°. C'est au-delà de la *Frange*, que se fait la plus grande

chûte de cette seconde classe de *Filets* ; & ils s'y étendent par groupes en s'y ramifiant de la manière la plus élégante. Ces longs *Filets* sont souvent entrecoupés, mais on ne laisse pas d'appercevoir leur trace sur la *Lame* ; car par-tout où ils ne l'ont pas touchée, ils ont déplacé la *Matière électrique* au dessous d'eux ; par où les traits qui marquent leur route sont alternativement *blancs* & *noirs*.

5°. Ces *Filets* forment donc comme des *Ricochets* sur la *Lame* ; & ces *Ricochets* s'étendent quelquefois fort loin : j'en ai retracé a plusieurs pouces de distance, qui avoient fait tout ce trajet sans toucher la *Lame*. Ces extrémités de *Filets*, qui viennent encore déposer de la *Matière électrique* au-delà des confins de la *Figure* ordinaire, sont ordinairement fourchées ; se divisant en deux ou trois petites branches au point de chûte. J'ai vu même de ces branches qui avoient fait de nouveaux *Ricochets*, quand l'*Étincelle* avoit été très-forte ou réitérée. 6°. Tous les Traits *blancs* sont bordés de *noir*, puis de *blanc* foible à l'extérieur ; & tous les Traits *noirs* formés par le passage du *Filet* sans toucher la *Lame*, sont bordés de *blanc* foible ; ce qui marque de nouveaux déplacements de la *Matière électrique* sur le *Fond négatif* primordial. 7°. Cette Pluie de *Fluide électrique* à la Sur-

face supérieure de la *Lame*, occasionne aussi de nouveaux déplacements de la *Matière électrique* à la Surface opposée ; d'où résultent de nouveaux champs *noirs* bordés de Nuages *blancs*, le tout foible néanmoins & modifié par diverses circonstances ; & dans ces nouveaux Champs on apperçoit des *Nuages*, qui font l'effet de l'action *positive* des masses de *Filets* de dessus, exercée au travers de la *Lame*.

8°. Enfin, si les *Corps* conducteurs qu'on emploie, sont des Lames circulaires ou parallèles ; les mêmes Effets sont produits entr'elles sur la *Lame non-conductrice*, avec des Modifications très-intéressantes, mais trop compliquées par l'Influence de ces Lames , pour que j'entreprenne d'en donner une idée détaillée. Je dirai donc seulement ; que tous les *Filets* de *Fluide électrique* qui partent d'une Lame vers l'autre, se recourbent dans leur route, se divisent, & s'épaississent à leurs extrémités ; ce qui forme des ramifications *feuillées* : & que très-fréquemment, ces jolis Rameaux sont *noirs* au lieu d'être *blancs* ; par où l'existence instantanée des *Filets*, n'est indiquée que par des découpures qu'ils ont faites à la *Frange* intérieure en y déplaçant la *Matière électrique*. Tous les traits *blancs* de ces *Feuillages* sont aussi bordés de *noir*, par ces mêmes déplacements.

510. Ces premiers effets de l'*Etincelle* sur la *Lame*, n'éprouvent que peu de changement quand on enlève le *Corps* de dessus par son bras de verre ; parce qu'on ne change pas essentiellement l'état de la *Lame* : mais si on *touche* ce *Corps* avant que de l'enlever, le milieu des *Figures*, tant dessus que dessous, à environ demi-pouce de distance des deux *Corps*, éprouve des changemens très-singuliers. C'est pour tâcher d'en entendre tous les Caractères, que j'ai si fort varié les Expériences ; & voici ce que j'ai remarqué en général. *Toucher* le *Corps* de dessus, tandis que celui de dessous communique encore avec le Sol, c'est faire la *décharge* simple des parties de la *Lame* auxquelles les *Corps* s'appliquent immédiatement ; & en conséquence le Doigt reçoit une petite Etincelle. Mais ces parties, comme je l'ai dit, sont peu sensibles dans les *Figures* ; & les différences qu'on y apperçoit après la décharge, proviennent de la part qu'ont à celle-ci, les parties de la *Lame* qui environnent ces *Corps*. Audessus, le *Fluide électrique* de cette partie de la *Lame*, se porte vers le *Corps* qu'on *touche* ; au dessous, le *Fluide* qui vient alors du Sol dans le *Corps*, influe sur les parties environnantes de la *Lame*. Par-là se forment deux différentes espèces de *Galons figurés*, qui occu-

pent le milieu des deux *Figures*, autour des places où se trouvoient les *Corps*. Ce sont des *Feuillages blancs* sur un fond *noir*, ou des *Feuillages noirs*, avec des *nervures blanches* sur un fond *blanc*; & ce qu'il y a de plus singulier, c'est que différentes parties d'une même *Zone* ont souvent les deux caractères. La *Zone galonnée* du côté *néгатif*, diffère de celle du côté *positif*; mais il est presque impossible d'expliquer leurs différences sans *Figures*; & je n'ai pu me rendre raison de toutes leurs Causes, quoiqu'en *poudrant* la *Lame* avant que de placer les *Corps*, ou de les enlever, tantôt sur la *Figure positive*, tantôt sur la *Figure négative*, j'aie vu les différens Mouvements de la *Poussière*, par différentes manières d'enlever les *Corps*, lorsque ces *Feuillages* se formoient. Je me proposois de repasser toutes ces *Expériences* avec plus de variété encore, pour tâcher de saisir la marche du *Fluide électrique* dans tous ces changemens: mais en attendant que cela s'exécute, on voit au moins; qu'il n'y a ici de difficulté que sur les effets de quelque *Circonstance particulière* que je n'ai pu encore saisir, & que ces difficultés ne font rien à la certitude des *Loix générales* que j'ai indiquées.

511. Toutes les Modifications des *Lames* dont je viens de parler, ont lieu sur le *Tableau*



*Magique* autour de ses *Armures*, tant du côté *négalif* que du côté *positif*, lorsqu'on le charge jusqu'au pétilllement : les *Figures* qui en résultent ne diffèrent de celles dont il a été question jusqu'ici, que pour la grandeur de l'espace autour duquel elles se forment ; & lorsqu'on enlève les *Armures*, selon les différentes manières que j'ai indiquées à l'égard des petits Corps conducteurs, ces *Figures* éprouvent aussi des *coupures*, qui procèdent des mêmes causes. Mais ce qu'il y a de plus intéressant à observer sur ces bords du *Tableau*, ce sont les impressions qu'y laissent les *décharges spontanées* ; j'y ai vu quelquefois une *radiation* vraiment étonnante, composée de Filets *blancs*, aussi droits & aussi ferrés que les dents d'un peigne très-fin, partant à angle droit de part & d'autre de la route tenue par l'*Etincelle*, & traversant un large champ *négalif*, produit par l'*Influence* du *Courant*. C'est-là un des Phénomènes de cette Classe que je me proposois d'étudier avec le plus de soin, à cause de cette *radiation* latérale, à angle droit d'un *Courant* si rapide.

512. Ce que je viens d'exposer à l'égard des *Figures* tracées par la *Poussière de Réfine* sur les Lames *non-conductrices* électrisées, confirme à l'*œil* tout ce que j'ai dit ci-devant, sur la Faculté

*non-conductrice*, sur les Modifications du *Fluide électrique*, & sur la Cause des *Mouvements* qu'il produit. Les Substances *non-conductrices* retiennent fortement la *Matière électrique* qui arrive à leur contact, elles la fixent aux points même qu'elle touche, & tous les déplacements qu'elle y éprouve par des causes étrangères sont durables : c'est de là que viennent & les *Figures* elles-mêmes & leur durée. La *Matière électrique* ne tend vers ces Substances que de fort près : c'est ce qu'on voit par les interruptions des Filets *positifs* ; car il en résulte, que le petit courant du *Fluide électrique* a pu passer très-près de la *Lame*, sans se porter contr'elle. Mais le *Fluide déférent* tend vers les Substances *non-conductrices* comme vers toute autre Substance, & il y déplace aussi la *Matière électrique* : c'est ce que prouvent les bordures *positives* des parties *negatives* des *Figures*, ainsi que toutes les circonstances qui accompagnent la formation de ces dernières. C'est à la *Matière électrique* seule que se rapportent les *Mouvements électriques* : on le voit par la tendance de la *Poussière de Résine*, devenue *negative*, vers toutes les parties des *Lames* où la *Matière électrique* a été accumulée. Enfin, dès que le *Fluide électrique* est libre, il se meut en ligne droite : c'est ce que prouve la direction *rayonnante* des traits extérieurs des *Figures posi-*

*tives.* Toutes les Modifications des *Figures*, s'expliquent par ces Principes généraux, & il n'y a de difficulté à leur égard, que dans la découverte des circonstances efficientes de certains cas particuliers.

513. La première des Propositions précédentes ; celle qui regarde la Faculté des Substances *non-conduétrices* de retenir la *Matière électrique* ; peut encore se démontrer à l'œil par ces *Figures*, dans la comparaison des Phénomènes de Substances connues pour différer dans le degré de leur Faculté *non-conduétrice*. Le *Verre* ne possédant pas cette Faculté au même degré que la *Cire d'Espagne*, il étoit intéressant de produire des *Figures* sur le premier, pour observer leurs Caractères comparativement à ceux que j'ai indiqués jusqu'ici ; & dans ce dessein, je préparai des *Lames* de *Verre*, dont un côté étoit couvert de *Cire noire* pour servir de fond aux *Figures*, & l'autre étoit, ou entièrement découvert, ou entrecoupé de *Cire* par bandes concentriques. Par les premières de ces *Lames*, je pouvois avoir toute une *Figure*, soit *positive*, soit *négative*, faite sur le *Verre* ; par les autres, les mêmes *Figures* se traçoient, partie sur le *Verre*, partie sur la *Cire*. Lorsque ces *Lames* étoient poudrées immédiatement après l'opération, les *Figures*

différoient peu entre le *Verre* & la *Cire* : mais plus je tardois à *poudrer*, plus elles devenoient vagues sur le *Verre*, & enfin elles n'y formoient que des Nuages confus.

514. Cette Classe d'Expériences peut devenir utile, en observant les tems de la dissipation des *Figures* sur diverses Substances, & la manière dont cette dissipation s'opère par divers états de l'Air. J'avois aussi intention d'employer cette méthode, pour examiner les effets du *Frottement* entre les Substances différemment *non-conductrices* ; comme par exemple, entre deux Lames de *Verre* un peu convexes, l'une nue du côté *frotté*, l'autre couverte de *Cire noire* ; & entre l'une & l'autre, & de la *Soie noire* ; espérant de trouver dans les *Figures* tracées ensuite sur ces différens Corps par la Poussière de Réfine, des éclaircissémens sur l'idée que je me suis faite de la Cause de l'*Excitation* (§ 284) ; mais tout cela encore n'est qu'en *agenda*.

515. Enfin ces *Figures* servent à prouver l'existence de la Cause à laquelle j'ai assigné ci-devant (§ 476) les *Oscillations* de la Balle de l'*Eleētromètre* durant la *Charge* du *Tableau* ou de la *Bouteille de Leyde* ; savoir un passage intermittent du *Fluide électrique*, de l'*Armure* qui le

reçoit, à la Surface *non-conductrice* qu'elle touche, & de la Surface opposée dans le Sol. Je dois à M. LICHTENBERG la connoissance du Phénomène par lequel ces *intermittences* se démontrent à l'œil. Si l'on pose une des Lames *non-conductrices* dont j'ai parlé, sur une Surface *conductrice* plane qui aît communication avec le Sol, qu'on y fasse passer le *Bouton* d'une Bouteille de Leyde comme pour y tracer un trait hardi, & qu'on la poudre ; au lieu d'un simple *Trait*, on trouve une *Figure* très-ressemblante aux jeunes branches du *Mélaise* ; c'est une suite de *Houpes* régulièrement espacées, partant de côté & d'autre de la trace du *Bouton*. Si la Bouteille a été chargée au *Frottoir* de la Machine électrique ; au lieu de cette file de *Houpes*, on a une sorte de *Chapelet* à grains écartés. Plus le mouvement du *Bouton* a été rapide, plus il y a de distance entre les *Houpes* ou les *Grains*. Cette différence entre les deux espèces de *Figures*, procède des mêmes Causes qui produisent l'*Aigrette* ou le *Point lumineux* aux Conducteurs pointus ; suivant qu'ils sont *positifs* ou *négatifs* ; & les distances entre ces petites *Figures* successives, qui marquent des *effluences* ou *affluences* intermittentes, proviennent de la résistance des Surfaces *non-conductrices* à perdre ou à recevoir du *Fluide électrique* : résistance d'où résulte, qu'il



faut que les Modifications des *Armures* arrivent à un certain degré, pour produire de l'effet sur ces Surfaces ; comme il faut que l'*Air* soit raréfié à un certain degré dans une Bouteille renversée, pour que l'*Air* extérieur traverse le *Liquide* qui s'écoule. Ainsi les espèces de *pulsations* qu'on apperçoit dans ces deux Phénomènes, proviennent de Causes analogues.

## SECTION XIII.

*Des différentes Facultés conductrices des différens  
VUIDES.*

516. **D'**APRÈS tout ce que j'ai dit jusqu'ici du *Fluide électrique*, il me paroît évident ; que cette *Vapeur* n'est point répandue dans les Espaces non occupés par d'autres Substances, comme le sont l'*Air*, les *Vapeurs aqueuses*, le *Feu* & sans doute bien d'autres *Fluides subtils* ; mais qu'elle appartient toujours à quelque Corps (y compris les Particules des *Fluides atmosphériques* grossiers), excepté dans les tems très-courts où elle s'élance d'un Corps, ou d'une Particule, à un autre, en suivant les Loix de ses Mouvements. L'*Air*, considéré seul, est *non-conducteur* du *Fluide électrique* ; ainsi il n'enlève & ne transmet ce

*Fluide* qu'au contact : c'est en venant successive-  
ment au contact des Corps *électrisés*, que ses  
Particules les ramènent à leur propre état.  
Quand l'*Air* est mêlé de *Vapeurs aqueuses*, les  
Corps perdent plus promptement leur *Électrifi-*  
*tion*; parce que les Particules de ces *Vapeurs* sont  
*conductrices*, & qu'ainsi elles enlèvent & trans-  
mettent plus aisément le *Fluide électrique*, quand  
l'équilibre électrique des Corps qu'elles envi-  
ronnent est rompu.

517. Je soupçonne qu'un *Vuide* imparfait n'est  
*conducteur*, que parce que l'*Air* rare qui occupe  
l'espace, est mêlé de *Vapeurs aqueuses*; & voici  
les motifs de ce soupçon. Nous savons d'abord,  
par des Expériences de M. NAIRNE (*Tr. Phil.*  
*année 1777*), qu'il faut de très-grandes précau-  
tions dans la Pompe pneumatique, pour que le  
Fluide rare qui y reste, ne soit pas composé en  
majeure partie de *Vapeurs aqueuses*. Ces Expé-  
riences avoient pour but, de découvrir la Cause  
de la différence des Langages du *Manomètre*  
ordinaire & de celui de M. SMEATON, & elles  
prouvèrent; que le grand *Vuide* indiqué d'ordi-  
naire par celui-ci, est une illusion produite par  
les *Vapeurs aqueuses*; celles-ci remplissant la  
*Poire* de ce *Manomètre* tandis qu'on fait le *Vuide*,

& se détruisant quand l'*Air* rentre dans le Ré-  
 cipient. Mais le *Manomètre* ordinaire montre  
 l'existence de ces *Vapeurs* durant l'action de la  
 Pompe; & la différence d'indication des deux  
*Manomètres*, fournit le rapport de leur quantité  
 avec celle de l'*Air* dans le Fluide rare qui agit  
 encore sur le *Manomètre* ordinaire. Or ce  
 rapport fut toujours fort grand dans les Expé-  
 riences de M. NAIRNE, quand il n'avoit employé  
 aucun moyen artificiel pour détruire les *Vapeurs*  
*aqueuses* qui se détachent de toutes les parties  
 de l'Appareil à mesure qu'on pompe l'*Air*. J'ai  
 remarqué aussi, en faisant bouillir le Mercure  
 dans un grand nombre de Baromètres, que ce qui  
 rend cette opération la plus efficace pour l'unifor-  
 mité de leur hauteur & de leur marche, est qu'on  
 chasse par-là sûrement toute l'*Humidité* qui pou-  
 voit être dans le Tube & à la surface du Mercure.  
 Enfin, l'incertitude du succès des opérations par  
 lesquelles on fait les Tubes & les Bouteilles qui  
 transmettent le *Fluide électrique* d'une manière  
*lumineuse*, me paroît aussi tenir à la même Cause.  
 Le même Verre ni le même degré de *Vuide*, ne  
 fussent pas, même à beaucoup près, pour pro-  
 duire les mêmes Phénomènes; & je crois que  
 les différences très-grandes qu'on y observe,  
 tiennent en partie à la *nature* même du Fluide  
 rare qui s'y trouve renfermé.

516. Quoi qu'il en soit de cette conjecture, à laquelle je reviendrai, l'Expérience prouve; que le *Vuide toricellien* bien fait, celui qui nous fournit la plus grande absence de toute Substance sensible, cesse alors d'être *conducteur*. Je l'avois soupçonné depuis quelque tems, en ne voyant produire aucune *Lumière* à ceux de mes Baromètres dans lesquels j'avois fait bouillir le Mercure avec le plus de soin; & ce Fait fut démontré par une Expérience de M. WALSCH, à laquelle j'assistai, & qui fut publiée en 1774 par le Dr. PRIESTLEY dans la Sect. VIII. de la 2<sup>de</sup> Part. du 1<sup>r</sup> Vol. de ses *Expériences sur différentes sortes d'Airs*. L'Instrument étoit un grand Syphon de Verre, formant deux Baromètres qui avoient un *Vuide* commun. Ce Syphon ayant été d'abord rempli de Mercure à l'ordinaire, on vit passer le *Fluide électrique*, brillant d'une *lumière violette*, dans le grand Arc vuide d'*Air*, & l'on tira des Etincelles de la Cuvette du second Baromètre, isolée comme celle qu'on électrisoit: mais après que le Mercure eut bouilli dans le Syphon, l'Arc ne devint plus *lumineux* & le second Baromètre ne reçut plus de *Fluide électrique*. M. MORGAN a répété depuis la même Expérience, dans des Baromètres simples dont le sommet étoit garni de feuille d'étain. Ce Sommet se chargeoit, par du *Fluide*

*électrique* qui passoit dans le *Vuide* sous une forme *lumineuse*, quand le Mercure n'avoit pas bouilli dans le Tube ; mais il ne se *chargeoit* plus quand le Mercure avoit bouilli. Ces Expériences, publiées dans les *Trans. Phil.* de 1785, ont complété la démonstration de ce qu'on avoit déjà conclu de la précédente, savoir ; que le *Fluide électrique* ne se communique pas au travers d'un Espace vuide d'*Air*.

519. Cependant je dois faire mention ici d'une Circonstance de l'Expérience faite chez M. WALSCH, à laquelle le Dr. PRIESTLY fait allusion sans la rapporter, & qui jetta du doute sur la Proposition précédente dans l'esprit de quelques Electriciens. Tandis que le *Vuide* du grand Syphon ne transmettoit point le *Fluide électrique* ; si l'on portoit le doigt au haut de la colonne électrisée, on voyoit paroître de la *Lumière* au dessus du Mercure : en continuant à élever le Doigt le long du Tube cette *Lumière* s'étendoit ; & lorsqu'on arrivoit vers le haut du Syphon, un Torrent *lumineux* se précipitoit tout-à-coup dans l'autre branche. Alors le second Baromètre se trouvoit *électrisé*, & l'Arc du Syphon continuoit à donner de la *Lumière* chaque fois qu'on tiroit des Etincelles de la seconde Cuvette. Si l'on cessoit quelque tems d'*électriser*, en



déchargeant en même tems les deux Cuvettes ; le *Vuide* étoit de nouveau *non-conducteur*, & il falloit renouveler la même opération du Doigt, pour faire passer le Torrent *lumineux* dans la seconde branche du Syphon. Tel est le Phénomène, sur la Cause duquel je ne hazarderai point de conjecture directe ; mais je crois pouvoir prouver par des Phénomènes analogues qui arrivent en plein *Air*, que celui-là appartient au *Verre*, & non à l'Espace vuide d'*Air*.

519. J'ai déjà fait mention du premier de ces Phénomènes, qui est très-fréquent dans la *Bouteille de Leyde* ; il est rare du moins, que celle que j'emploie d'ordinaire ne le produise pas lorsque je suis occupé de quelque Expérience qui a un peu de durée. Il s'agit d'une *Lame de Lumière violette*, qui se manifeste avec *sifflement*, comme le fait l'Eau forcée au travers de quelque ouverture dans un tuyau de Fontaine. Cette Lame, qui quelquefois a plusieurs pouces de largeur, étant vue dans l'obscurité, a toute l'apparence d'une *Nape d'Eau* coulant du bord d'un Bassin ; elle part de celui du Disque de bois qui ferme la *Bouteille*, & se porte vers l'*Armure extérieure*. Je n'ai rien pu découvrir sur les Circonstances qui déterminent la formation de cette *Lame lumineuse*, quoique

j'y aie donné quelque attention ; mais voici du moins ce que j'ai observé plusieurs fois, dans les Expériences directes que j'ai faites à ce sujet. Après avoir vu ma *Bouteille* disposée à produire ce Phénomène, je l'élevois sur la Table de ma Machine électrique, de manière que son *Bouton* pût toucher celui d'un de mes *Electromètres* ; & je la chargeois lentement, en la faisant communiquer avec le premier Conducteur. La Balle s'élevoit comme à l'ordinaire jusqu'à  $28^{\circ}$  ou  $30^{\circ}$  en oscillant ; mais dès que le *sifflement* se faisoit entendre, elle s'abaissoit à  $26^{\circ}$  ou  $27^{\circ}$  & restoit fixe. En cessant d'*électriser*, déchargeant la Bouteille, & recommençant la charge, le même Phénomène se répétoit d'ordinaire plusieurs fois : mais il arrivoit enfin, qu'au moment de la plus grande élévation de la Balle, la *décharge spontanée* se faisoit, & la Balle retomboit au bas de l'Echelle. Voilà donc un premier exemple, d'un Torrent lumineux, formé en plein Air le long d'une Surface non-conductrice.

520. Le second exemple fut accidentel, & je ne le suivis pas avec beaucoup d'attention. J'avois préparé un *Support isolant*, fait d'un gros Tube de verre vernissé seulement à l'extérieur, pour un Conducteur métallique d'environ

deux pouces de diamètre & sept à huit pouces de long, dans lequel entroit le Tube de verre. Quand je voulus électriser ce Conducteur, le Support ne se trouva *isolant* que jusqu'à un certain point, au-delà duquel, un *Courant lumineux* intermittent se manifestoit dans le Tube avec une forte d'Explosion. J'appliquai un Electromètre au Cylindre métallique, pour déterminer le degré auquel il se trouvoit électrisé quand le Tube devenoit *lumineux*. La Balle de cet Electromètre s'élevoit jusqu'à environ 40°; puis elle retonnoit fort bas, par une Explosion soudaine qui se faisoit dans le Tube, & elle se relevoit jusqu'à une nouvelle Explosion. Je ne songeai pas à observer, si en *touchant* le Tube à l'extérieur les Explosions se feroient à un moindre degré d'Electrification du Cylindre, ou s'il en résulteroit un *Courant lumineux* plus régulier; j'étois occupé d'autres Expériences, auxquelles ce Cylindre devoit servir; & comme je n'avois point apperçu de pareilles Explosions dans les Supports faits de Tubes *vernissés* à l'intérieur, je *vernissai* celui-là, qui d'un *isolant*; & je renvoyai à un autre tems de chercher à produire le même Phénomène pour l'étudier avec plus d'attention. Je n'ai pas eu le loisir de tenter cette Expérience, mais j'ai vu à peu près le même Phénomène dans des Tubes de

Thermomètre, quand je n'avois pas fucé du vernis à l'intérieur ; ce qui m'a engagé à employer à leur place des Baguettes de verre solide ; & l'on trouve dans le Mémoire de M. MORGAN cité ci-dessus, que de très-longes tubes de Thermomètres, transmettent le *Fluide électrique* dans leur canal étroit sous une forme *lumineuse*.

521. Il paroît d'après ces Phénomènes, que le *Verre* peut agir dans quelques cas sur le *Fluide électrique* de manière à le faire glisser à sa Surface ; & que cela arrive dans l'*Air* comme le *Vuide*. Il ne s'y meut pas comme sur les *Conducteurs* ; car il y devient *lumineux*, & il cesse d'y passer, quand le Conducteur qui le transmet s'est déchargé à un certain point. C'est dont vraisemblablement à cette propriété du *Verre*, qu'est due une partie des Phénomènes *lumineux* du *Fluide électrique* dans les Vases de verre où l'on a raréfié l'*Air*. Quelques-uns de ces Phénomènes ont lieu sans doute dans l'Espace même ; & par exemple, si un *Conducteur* vient s'y terminer en *Pointe*, il n'est besoin de l'intervention d'aucune Substance pour y transmettre le *Fluide électrique*. Si ce Fluide ne traverse pas un *Vuide* bien fait, ce n'est pas qu'il s'y *refuse*, c'est qu'il est retenu par les Substances conductrices qui aboutissent à cet espace. Si

donc le *Conducteur* qui y apporte le *Fluide électrique*, se termine en pointe, ou seulement s'il n'a pas une courbure assez grande, ce *Fluide* s'échappe dans le *Vuide* comme dans l'*Air*, & même avec plus de rapidité ; & traversant l'Espace en *Torrent lumineux*, il va s'appliquer contre ses parois. Mais si les *Conducteurs* qui apportent le *Fluide électrique* dans un espace vuide d'*Air*, sont assez arrondis pour qu'il puisse continuer à y circuler ; & que néanmoins ce *Fluide* s'y répande sous une forme *lumineuse* ; les Expériences de MM. WALSCH & MORGAN (où le *Vuide* bien fait ne se trouva pas *Conducteur*) & celles de M. NAIRNE (qui nous montrent des *Vapeurs aqueuses* dans le *Vuide imparfait*) nous conduisent à penser ; que dans ces cas, où le *Fluide électrique* abandonne des *Conducteurs* arrondis pour traverser l'*Air raréfié*, tandis qu'il y seroit resté en *plein Air*, ce sont des *Vapeurs aqueuses* qui le reçoivent ; & qu'il devient alors *lumineux*, en s'élançant de Particule en Particule, comme il lui arrive en se mouvant le long d'une chaîne dont les chaînons sont interrompus. Mais une autre partie des Phénomènes *lumineux* du *Fluide électrique* dans les Vases de verre où l'on a raréfié l'*Air*, est due à la Surface même de ces Vases. L'absence de l'*Air* favorise ces Phénomènes, quand le *Fluide*



rare qui occupe les Vases, est en grande partie composé de *Vapeurs aqueuses* ; & lorsqu'ils ne se manifestent pas, on les fait paroître, en *touchant* la Surface extérieure du Vase, comme on le vit en particulier dans le Syphon de M. WALSCH. Quand on passe du *Vernis* sur le *Verre*, on diminue sa faculté de produire ces Phénomènes ; cependant on ne la détruit pas ; ou peut-être le *Vernis* lui-même la possède-t-il à un certain point ; puisque la partie non-armée & *vernissée* de la *Bouteille de Leyde* ouvre un pareil passage au *Fluide électrique*, lorsque la différence d'état des deux *Armures* est arrivée à un certain degré.

522. Je ne prétends point avoir levé toutes les difficultés que présentent ces Phénomènes ; il faudra les suivre avec soin, pour en former une Théorie qui puisse les embrasser tous : mais du moins ils ne contredisent point, & ils confirment même à quelques égards, ce que tout le reste des Phénomènes nous enseigne relativement au *Fluide électrique*, savoir : “ que son  
 “ expansibilité est semblable à celle de la *Air*  
 “ *mière* ; qu'ainsi il n'occupe point les Espaces  
 “ dépourvus d'autres Substances : qu'il les tra-  
 “ verse rapidement en ligne droite quand il est  
 “ libre ; mais qu'il ne l'est que dans les tems

“ très-courts, où il s’élançe, d’un corps, ou  
 “ d’une Particule de *Fluide conducteur*, à un  
 “ autre : qu’ainfi, tant qu’il demeure dans un  
 “ lieu, il n’y eft que comme *parasite*, ou *jatel-*  
 “ *lite* des autres Subftances qui occupent ce lieu ;  
 “ c’eft-à-dire, qu’il y eft fixé fur les Subftances  
 “ *non-conduétrices*, ou circulant entre les Subf-  
 “ tances *conduétrices*.

## SECTION XIV.

*Des Phénomènes où le Fluide électrique fe décompofe.*

523. **T**ANT que le *Fluide électrique* féjourne  
 fur les Corps *non-conduéteurs*, ou qu’il circule  
 fans interruption entre les Corps *conduéteurs*, on  
 ne l’apperçoit que par les *Mouvements* qu’il oc-  
 cafionne dans les Corps libres ; il ne produit ni  
*Chaleur*, ni *Clarté*, ni *Odeur* ; & cependant  
 tous ces Phénomènes ont lieu, lorsqu’il s’élançe  
 d’un Corps à un autre, ou qu’il s’échappe d’un  
 Conduéteur dont les courbures font trop brus-  
 ques. Dans ces deux cas le *Fluide électrique*  
 éprouve une grande augmentation dans fa *den-*  
*sité* & dans fon *mouvement*. On comprend  
 d’abord combien il doit être *denfe* dans les *Étin-*  
*celles*, quand on confidère par quel petit filet  
 fe

se décharge le plus grand Conducteur : tout son *Fluide* se rassemble au point sur lequel le Corps voisin a le plus d'influence ; ses Filets , qui viennent aboutir à ce point de toute part, s'entrechoquent & demeurent réunis, jusqu'à ce que leur Faisceau aît atteint le point de l'autre Corps vers lequel ils tendent ; & néanmoins, si la plus forte de ces *Etincelles* traverse une carte, elle n'y fait qu'un très-petit trou. La vitesse du *Fluide électrique* est aussi accélérée dans ces Courans ; parce qu'au lieu des retardemens qu'il éprouvoit sans cesse, par sa tendance vers le Conducteur autour duquel il circuloit, dont la direction est toujours angulaire avec le mouvement propre du *Fluide*, ces deux mouvemens ont la même direction dans les *Etincelles*. Les *Aigrettes* aussi sont formées d'un *Fluide* très-dense & très-rapide ; puisqu'elles sont la réunion de tous les Filets qui viennent s'échapper à celui des points d'un Conducteur qui a le moins de pouvoir pour les fléchir. Dans ces deux cas donc, le *Fluide électrique* devient plus dense, & se meut plus rapidement ; & il subit alors la Modification commune aux *Fluides* de sa Classe ; c'est-à-dire, qu'une partie de ses Particules se décompose, & que leurs Ingrédients, devenus libres, se font appercevoir par les Phénomènes qui les distinguent.

524. Le premier des *Ingrédiens* primitifs du *Fluide électrique* que sa décomposition nous fait appercevoir, est la *Lumière* ; & c'est à son apparition soudaine, qu'est due la grosseur apparente, tant des *Etincelles*, que des Filets des *Aligrettes*. En traitant des *Fluides atmosphériques* en général, j'ai exposé les raisons que j'ai de penser ; que la *Lumière*, dont le Mouvement propre nous est connu, fait partie de tous ces *Fluides*, & que c'est à elle qu'est dû le Mouvement de leurs Particules. Mais elle n'entre dans la composition de la plupart des *Fluides* sensibles, qu'après s'être associée à quelqu'autre Substance, & avoir déjà formé un nouveau *Fluide*, distinct d'elle-même : c'est ainsi qu'elle a déjà formé le *Feu*, quand elle entre dans la composition des *Vapeurs aqueuses* & des différentes espèces d'*Airs* ; & elle forme aussi une autre espèce de *Fluide déférent* immédiat, avant que de s'unir à la *Matière électrique*. Lors donc que le *Fluide électrique* devient *phosphorique* par sa décomposition, ce sont ses *Ingrédiens* immédiats eux-mêmes qui se décomposent ; & la *Lumière* s'échappe alors du *Fluide déférent*, comme elle s'échappe, par la décomposition d'une certaine quantité de *Feu*, quand l'*Air inflammable* & l'*Air déphlogistiqué* se décomposent en commun.

525. Il se manifeste aussi du *Feu* à la décomposition du *Fluide électrique*, & cependant le *Feu* n'en est pas un Ingrédient *immédiat* : les Substances qui le composent immédiatement, sont, le *Fluide déférent* & la *Matière électrique* ; & quoique leurs quantités proportionnelles changent sans cesse, comme je l'ai montré par les Phénomènes, il n'en résulte aucun changement dans la *Chaleur* ; ce qui prouve que ni l'une ni l'autre n'est le *Feu*. Puis donc qu'il paroît de nouveau *Feu* quand le *Fluide électrique* se décompose, il est probable que ce *Feu* est formé dans ce moment même, par la réunion d'une partie de la *Lumière*, soit avec une autre Substance qui appartient aussi au *Fluide électrique*, soit avec quelque Substance étrangère affectée par cette décomposition. Il ne me paroît pas impossible, par exemple ; que la *Matière du Feu* ne soit la Substance même qui, unie à la *Lumière*, produit le *Fluide déférent électrique* ; mais qu'elle n'y soit pas en assez grande quantité pour changer sensiblement la route de la *Lumière*, quoiqu'elle lui ôte la Faculté de se faire appercevoir à nos yeux. Dans ce cas, une partie de la *Lumière* s'échappant lorsque le *Fluide déférent* se décompose, le reste acquerroit assez de *Matière du Feu*, pour devenir *Feu*.



526. Une autre conjecture sur cette formation de *Feu* dans la décomposition du *Fluide électrique*, se lieroit à l'explication de deux autres Phénomènes qui se manifestent alors, savoir l'*Odeur phosphorique* & les Symptômes de *phlogistication*, qui ont lieu quand l'*Etincelle électrique* traverse certains *Airs*. Ces Phénomènes paroissent avoir leur Cause dans la *Matière électrique*; & cependant elle ne les produit point aussi long-tems qu'elle fait partie du *Fluide électrique*, quoiqu'elle soit souvent comme déposée par son *Fluide déférent*: il faut donc qu'elle éprouve quelque changement quand le *Fluide électrique* se décompose. Or ne se pourroit-il pas, que la *Lumière* entrât dans une nouvelle combinaison avec quelque Ingrédient qui fait partie de la *Matière électrique*, d'où résulteroit le *Feu*; & que privée de cet Ingrédient, elle produisît les Phénomènes dont je viens de parler? Supposer que les Ingrédients immédiats d'un *Fluide expansible* sont déjà des Composés, n'a rien de contraire à la nature des choses; car les Phénomènes y conduisent à l'égard de plusieurs *Airs*; & nous savons maintenant avec certitude, que l'*Eau*, dont l'union immédiate avec le *Feu* produit les *Vapeurs aqueuses*, est un *Composé*.

527. On pourroit imaginer plusieurs autres combinaisons, tant entre les Ingrédients intimes du *Fluide électrique*, qu'entre ces Ingrédients & d'autres Substances, pour expliquer en même tems, la formation du *Feu* l'*Odeur phosphorique* & les *phlogifications*, produites par l'*Étincelle électrique*; mais le nombre même de ces conjectures possibles, prouve combien elles seroient encore hazardées : aussi ne donné-je que fort peu de poids à celles que je viens d'exprimer; & mon seul but a été, de fixer l'attention des Physiciens sur ces Phénomènes du *Fluide électrique*, qui montrent des *décompositions* de ses Ingrédients *immédiats*. Car il en résulte aussi, qu'ils doivent se *composer*; par où la *Formation* & la *Destruction* du *Fluide électrique* peuvent être rangées au nombre des Causes, cachées jusqu'ici pour nous, qui laissent encore tant d'obscurité sur tous les *Phénomènes météorologiques*.



## C H A P. IV.

*Considérations générales sur les Fluides expansibles  
de la Classe des VAPEURS.*

528. **L**ES Phénomènes électriques sont en eux-mêmes une branche assez importante de la Physique, pour mériter des recherches particulières & attentives. Toutefois quand je me suis livré à cette étude, j'avois des vues plus générales. J'avois cru appercevoir dans le *Fluide électrique* les caractères d'une *Vapeur subtile*; & cette idée s'étoit liée dans mon esprit, avec le besoin où nous sommes de découvrir de nouvelles Causes, pour expliquer certains Phénomènes, que l'Analogie rapporte à des *Affinités*, sans que nous connoissions encore toutes les Substances entre lesquelles elles s'exercent. L'ensemble des Phénomènes des *Vapeurs aqueuses* du *Feu* & du *Fluide électrique*, doit commencer ce me semble à nous faire comprendre; que nombre de Substances peuvent agir dans la Nature, sans nous être connues, & que c'est de là principalement que procède l'obscurité dont tant de Phénomènes sont encore enveloppés à nos yeux: c'est sur quoi je m'arrêterai un moment.

529. Sans la diminution visible de l'*Eau* quand la Surface est découverte & les Phénomènes hygroskopiques, nous ignorerions l'existence des *Vapeurs aqueuses* dans l'Atmosphère ; & même malgré tous ces Phénomènes, leur existence n'est pas encore admise. Cependant je crois pouvoir montrer ; que les Effets produits par ce *Fluide* dans son état imperceptible sont incomparablement plus grands, que les Symptômes immédiats de son existence : & si les raisons que je donnerai de mon opinion à cet égard sont trouvées solides, on comprendra ; que puisqu'un *Fluide* nouvellement admis, agit dans des cas qui n'étoient pas même soupçonnés, d'autres *Fluides* peuvent agir sans nous être connus : tellement que nous ne devons pas attendre que d'autres *Fluides* se manifestent par eux-mêmes, pour admettre leur existence quand les Phénomènes bien analysés nous en font appercevoir le besoin.

530. Sans la *Chaleur* encore, Effet que ne produit le *Feu* que lorsqu'il est libre, nous ignorerions son existence : & cependant, quelle variété d'Effets ne produit-il pas dans son état *latent* ! La *Chaleur* est un symptôme de la présence de ce *Fluide* comme *libre*, & de son degré de densité ; mais quand nous cherchons à le

suivre dans les Phénomènes nous avons lieu de penser ; que c'est lorsqu'il échappe à nos observations, qu'il joue les plus grands rôles dans la Nature. La *Lumière* encore, première source du *Feu*, est dans le même cas : sans l'impression qu'elle fait sur nos yeux, nous ignorerions le plus grand Agent immédiat de tous les Phénomènes terrestres. Voilà donc des Substances très-importantes aux Modifications de toutes celles qui sont grossièrement perceptibles, & qui cependant ne le sont pour nous, qu'avant qu'elles produisent leurs plus grands Effets, ou lorsqu'elles cessent de les produire ; tellement même que plusieurs Physiciens ont douté de leur existence.

531. Enfin les *Mouvements* occasionnés par le *Fluide électrique* lorsqu'il ne se trouve pas en équilibre entre les Corps, sont les seuls symptômes qui nous avertissent sûrement de son existence. Sans ces *Mouvements*, les *Étincelles* & les *Aigrettes* ne nous feroient point connoître ce *Fluide* ; nous les rapporterions confusément à quelques Modifications de la *Lumière* & du *Feu*. Et ici l'objet de ces Réflexions générales se présente sous une autre face. Nous sommes informés par l'ensemble des *Phénomènes électriques*, de l'existence d'un certain *Fluide*, ayant



certaines Caractères, éprouvant certaines Modifications, répandu sur toutes les Substances du Globe : & le *pourquoi* nous est encore entièrement inconnu ; nous ignorons ses fonctions dans la Nature. Mais nous ignorons en même tems les Causes de tant de Phénomènes, que nous ne devons pas désespérer de trouver un jour quels sont ceux auxquels il se lie ; c'est-à-dire (à ce que je crois) comment il y influe par sa *composition* & sa *décomposition*.

532. Il résulte de ces Réflexions générales, que les *Fluides expansibles* connus ont deux sortes de *Propriétés* ; les unes qui les manifestent eux-mêmes à quelqu'un de nos Sens, les autres par lesquelles ils agissent imperceptiblement dans nombre de Phénomènes. Mais il n'est pas essentiel à l'existence d'une Substance, ni à de très-grandes Actions de sa part dans les Phénomènes, qu'étant libre elle se manifeste à nos Sens. Ce qu'il y a d'essentiel dans la Nature, dès qu'on s'occupe de *Physique*, c'est que les *Phénomènes* aient des *Causes* ; & notre unique moyen d'en assigner de raisonnables aux *Phénomènes* où nous ne les découvrons pas immédiatement, c'est l'*Analogie*. Lors donc que certains Phénomènes, dont les Causes nous échappent, sont analogues à d'autres Phénomènes que

nous avons lieu d'attribuer à l'intervention de quelque *Substance*, nous sommes naturellement conduits, à admettre des *Substances* pour Causes de ces premiers Phénomènes ; & rien ne s'opposera à leur admission, si elles expliquent ce qui ne s'expliqueroit pas sans elles, & si rien d'ailleurs ne rend leur existence absurde.

533. Quand on s'occupe de l'objet général de l'Analogie en Physique, on ne peut s'empêcher de jeter un coup-d'œil sur les *Phénomènes magnétiques*, que quelques Physiciens ont assimilés aux *Phénomènes électriques*, & que d'autres se contentent d'attribuer à des *Qualités occultes*, sous le nom de *Propriétés* de l'Aimant & du Fer. M. VAN SWINDEN a démontré complètement contre les premiers ; qu'ils avoient beaucoup trop étendu cette assimilation, & qu'un grand nombre d'Analogies qu'ils avoient cru appercevoir entre les deux Classes de Phénomènes, n'étoient pas réelles. Si la voie de l'*Analogie* nous conduit dans la découverte des Causes, c'est par le plus grand scrupule dans la détermination des Circonstances communes aux Phénomènes comparés. En expliquant trop, on n'explique rien, & l'on fait même perdre le fil des remarques qui pourroient avoir de la solidité. La plus petite *Analogie* bien établie, lie

sans doute les Phénomènes entr'eux ; mais le lien se trouvera d'autant plus reculé, ou plus foible, que l'*Analogie* portera, ou sur moins de parties, ou sur des parties moins importantes des Phénomènes. En comparant les Phénomènes *magnétiques* aux Phénomènes *électriques*, nous y voyons des différences tranchées. Dans ces derniers nous connoissons avec certitude, l'existence d'une certaine Substance qui en est la Cause immédiate ; nous n'avons point un tel guide dans les premiers. Dans les Phénomènes *électriques*, leur Cause affecte plus ou moins toutes les Substances sensibles ; dans les Phénomènes *magnétiques* elle n'affecte que l'Aimant & le Fer. De plus la manière de mettre en jeu la Cause, ainsi que la durée de son Effet, diffèrent essentiellement dans les deux Classes de Phénomènes. Enfin les *directions* qu'affectent les Corps libres *aimantés*, sont une circonstance caractéristique dans les Phénomènes de cette Classe, qui n'a rien d'analogue dans les Phénomènes *électriques*. Il paroît donc évident ; que ces Phénomènes sont dûs à des causes immédiates très-différentes ; & que si, en quelques circonstances, le *Fluide électrique* donne de la *polarité* au Fer, c'est par son action sur une Cause différente de lui-même ; action qui peut être de même nature, que celle des Chocs ou du

Frottement. Cependant, malgré ces dissemblances, qui excluent sans doute toute idée, non-seulement d'identité des Causes, mais même de ressemblance dans leur nature, comme Substances appartenant à un même Genre, il y a une Analogie trop caractéristique entre ces Phénomènes, si différens d'ailleurs, pour qu'il n'y ait pas quelque Analogie entre leurs Causes. Cette Circonstance commune des deux Classes de Phénomènes, est la tendance des Corps modifiés *semblablement*, à s'écarter les uns des autres, & celle des Corps modifiés *dissemblablement*, à s'approcher. Or puisque dans les Phénomènes *électriques*, cette espèce caractéristique de *Mouvement* est évidemment due à la différence de quantité d'une certaine Substance dans les Corps, comparativement à l'état d'un certain *Milieu*; je suis porté à croire, qu'il en est de même dans les *Mouvements magnétiques*; quoique, ni la *Substance*, ni le *Milieu*, ne soient les mêmes. L'hétérogénéité des deux *Substances* est prouvée, par toutes les différences des deux Classes de Phénomènes; & celle des *Milieux* se prouve, en ce que le *Vuide d'Air* change les *Mouvements électriques* & ne change pas les *Mouvements magnétiques*. Mais la Nature n'est pas bornée dans la variété des *Milieux* ni des autres *Substances*; & quoique les Pores du



Verre excluent l'*Air*, nous savons, par la *Lumière* le *Feu* & le *Fluide déférent électrique*, qu'ils n'excluent pas tous les *Fluides expansibles*.

534. Si nous venons maintenant à considérer les Phénomènes de *composition* & *décomposition* des Substances, qui font la majeure partie des Phénomènes physiques, nous trouverons; qu'après avoir passé en revue une Classe assez bornée de ces Phénomènes, où les Substances *ajoutées* ou *soustraites* par *Affinité* sont clairement connues, nous arrivons par degré à des Classes, où ces Substances échappent de plus en plus à notre connoissance immédiate, quoique leur existence ne soit pas mise en doute, & qu'elles aient même reçu des Noms. Nous savons de plus aujourd'hui, que les *Affinités* s'exercent parmi les *Fluides expansibles*, tout comme entre les *Solides* & les *Liquides*. Les Phénomènes de ces différentes Classes de Substances font même tellement entrelacés, qu'il faut le plus souvent chercher dans les *Fluides expansibles* les Ingrédients que reçoivent ou perdent les *Solides* & les *Liquides*. C'est donc principalement dans cette première Classe de Substances, que se cachent celles qui échappent à



notre observation immédiate, malgré leur grande influence dans les Phénomènes : quelquefois sans doute elles disparoissent, en entrant comme Ingrédients inconnus dans les *Fluides* sensibles ; mais probablement aussi elles forment des *Fluides* imperceptibles par eux-mêmes, mêlés à ceux que nous appercevons.

535. Les *Fluides expansibles* qui nous sont connus, se divisent en deux Classes générales : les uns résistent à la *compression*, les autres, par la foiblesse de l'union de leurs Ingrédients, se détruisent quand leur *densité* arrive à un certain degré ; & ces derniers semblent très-propres à devenir des *Intermèdes* dans les Modifications des *Fluides aëriiformes*. Nous en connoissons deux qui sont très-subtils & néanmoins très-puissans, savoir le *Feu* & le *Fluide désérent électrique* ; & il y a lieu de penser, que leurs *compositions* & *décompositions* se lient à beaucoup de Phénomènes dont les Causes nous sont cachées jusqu'ici. De là peuvent naître d'autres *Fluides* qui nous sont encore inconnus ; & de l'existence même de ces premiers nous pouvons raisonnablement conclure, qu'il en existe bien d'autres de leur Classe, puisque tant d'Effets restent encore sans Causes à nos yeux.

536. Je conclus donc de toutes ces Réflexions ; que tant qu'il nous restera de grands Phénomènes à expliquer, sur-tout en Météorologie, nous ne devons point borner les Substances distinctes, au nombre de celles qui nous sont immédiatement connues ; sur-tout dans la Classe des *Fluides expansibles*, dont nous commençons seulement à découvrir la grande importance dans les Phénomènes. L'*Atmosphère* est un Laboratoire chymique, aussi important pour les Phénomènes physiques de notre Globe que l'est le sein de la Terre ; & jusqu'à ce que nous ayons franchi par l'Entendement les barrières de nos Sens, en attribuant aux Effets vraiment analogues, des Causes de même Espèce ou de même Genre, nous ne verrons qu'une enveloppe grossière de la Nature, & les Phénomènes mêmes les plus communs auront de l'obscurité à nos yeux. C'est ce que je me propose de faire voir par des exemples dans la dernière Partie de cet Ouvrage.





---

# A P P E N D I C E

## A CE PREMIER VOLUME.

**L**A III<sup>e</sup> & dernière Partie de cet Ouvrage alloit sous presse, lorsqu'un Voyage en Allemagne m'obligea d'en suspendre l'impression. Je profitai de cette circonstance pour communiquer les deux premières Parties à quelques-uns de mes Amis, dont les remarques, jointes à quelques nouveaux Faits, auroient suffi pour me déterminer à faire un second Volume, quand une autre circonstance ne l'auroit pas rendu nécessaire. Peu de jours avant mon départ, j'eus le plaisir de recevoir de la part de M. DE SAUSSURE le Second Volume de ses *Voyages dans les Alpes*. Je méditois des observations géologiques dans ce Voyage, & je ne pouvois y avoir un plus utile compagnon. Le Théâtre des observations de M. DE SAUSSURE m'est connu dès long-tems, ayant commencé à voyager dans les Alpes en l'année 1744, & visité bien souvent depuis, tant cette chaîne que plusieurs autres de

sa classe. Je dirai donc dès-à-présent, que je regarde cet Ouvrage de M. DE SAUSSURE comme un trésor de grands Faits & de remarques vraiment fondamentales en Géologie. J'y ai trouvé d'importantes confirmations, tant de mon Systême fondamental sur les révolutions qu'a subi notre Globe, que de plusieurs Systêmes particuliers que je commençois seulement à entrevoir lorsque je publiai mes *Lettres sur l'Histoire de la Terre & de l'Homme*. La Géologie ne fait que de naître; c'est ce que l'Ouvrage de M. DE SAUSSURE doit imprimer bien fortement chez tous les Lecteurs attentifs: & j'ai recueilli moi-même un assez grand nombre de nouveaux Faits, pour qu'aidé de ceux que M. DE SAUSSURE a publiés, je me détermine à écrire une seconde fois sur cet objet si intéressant pour l'Homme; ce que je me propose d'exécuter dès que j'aurai fini l'Ouvrage qui m'occupe maintenant.

Mais ce fut sur-tout une circonstance fort heureuse pour moi, que la reception de cet Ouvrage de M. DE SAUSSURE avant la publication de celui-ci. La III<sup>e</sup> Partie qui me restoit à imprimer à mon départ, est destinée à établir une Proposition importante en Météorologie, savoir: “ Qu'entre l'ascension de l'*Eau* dans “ l'Atmosphère par l'*Évaporation*, & sa chute



, par la *Pluie*, elle passe par quelque'état qui  
“ la fait disparoître à l'*Hygromètre*.” J'ai déjà  
publié les premiers Faits qui m'ont conduit  
à cette opinion. Le Phénomène général est la  
*Sécheresse de l'Air au haut des Montagnes* : j'en  
fus frappé en 1770 sur le *Glacier de Buet*, &  
j'ai rapporté au § 932 de mon Ouvrage sur  
les *Modifications de l'Atmosphère*, les symptômes  
qui me la firent appercevoir. Dès que j'eus  
un premier *Hygromètre*, ce qui fut en l'année  
1772, je retournai aux mêmes Montagnes ;  
& favorisé singulièrement par les circonstan-  
ces, au lieu d'un seul Phénomène étonnant  
que j'allois vérifier, j'en observai deux. Je vis  
des Nues orageuses se former & produire le  
Vent, la Pluie, la Grêle, & le Tonnerre, dans  
un Air très-sec, & qui l'avoit été même *durant*  
*la Nuit* de ce jour-là. Je consignai ces Obser-  
vations dans le Mémoire sur l'*Hygrométrie* que  
je présentai l'année suivante à la Société royale  
de Londres, publié dans les *Transactions philoso-*  
*phiques* de l'année 1774, & qui fut imprimé en  
François dans les *Mem. de M. l'Abbé ROZIER*  
après que l'Académie d'Amiens l'eut honoré  
d'un Prix. Ces Phénomènes m'en rappellèrent  
nombre d'autres qui s'y rapportent : il en nâquit  
chez moi de premiers doutes sur la réalité de la  
Cause à laquelle on attribuoit la Pluie ; & par

degrés, ces doutes m'ont conduit à la persuasion que ce Phénomène étoit entièrement méconnu. Ce que j'ai dit ci-devant de l'*Évaporation* & de ses premières suites, & même tout ce que j'ai cherché à établir sur les *Fluides atmosphériques* en général, est dirigé vers l'éclaircissement de cette Question, & en tire même la plus grande importance à mes yeux ; car si les conséquences que j'en déduirai sont fondées, la Proposition que je viens d'annoncer deviendra la première Base de toute la Météorologie. Mais quelque probable qu'elle me paroisse dès long-tems, je ne cesse point de rassembler tous les faits qui peuvent y avoir du rapport. Or M. DE SAUSSURE, qui avoit déjà appuyé dans ses *Essais sur l'Hygrométrie* mes premières observations sur la *Sécheresse de l'Air au haut des Montagnes*, vient de fortifier davantage les preuves de ce premier Fait qui m'avoit conduit. Il n'avoit vérifié alors que le Phénomène général de cette *Sécheresse*, & cependant il en avoit déjà conclu ; que la *Pluie* ne pouvoit être produite par l'*Eau* mêlée à un Air transparent. Il l'attribuoit, il est vrai, à une autre *Eau* sensible à l'*Hygromètre*, savoir à celle que renferment les *Vapeurs vésiculaires* ; ce qui me semble contraire à mon Observation de 1772, à nombre d'autres Faits, & à la Théorie même de l'*Évaporation*.

C'est ce que je discutois déjà dans ma II.<sup>e</sup> Partie ; mais je le ferai maintenant avec d'autant plus d'avantage, que M. DE SAUSSURE a vérifié depuis l'un des Faits les plus importans de cette classe, savoir, l'augmentation de *Sécheresse* de l'Air au haut des Montagnes après le coucher du Soleil. Son Observation, faite sur une partie très-élevée du Mont-blanc, a été même plus directe que la mienne ; car j'avois conclu cette augmentation de *Sécheresse*, de la comparaison d'observations faites dans une même soirée en deux lieux différens ; au lieu que M. DE SAUSSURE l'a observée dans un même lieu : ce qui me persuade d'autant plus, que nous pouvons atteindre les confins des *Vapeurs aqueuses* existantes comme telles, & que lorsque nous voyons du haut des Montagnes des *Nues* fort élevées au-dessus de nous (ce que M. DE SAUSSURE a observé comme moi), quand ainsi il s'y forme des *Vapeurs vésiculaires*, elles ne procèdent pas de *Fluides* qui affectassent auparavant l'*Hygromètre*. Mais c'est-là un objet assez important pour exiger une discussion plus méthodique, ainsi je n'irai pas plus loin quant à présent.

Plusieurs autres objets renfermés dans ce nouvel Ouvrage de M. DE SAUSSURE, contribueront encore à grossir le mien. Le plus impor-

tant est *la Cause du Froid sur les hautes Montagnes*. J'avois exprimé & commencé de discuter dans mon Ouvrage de Géologie, mon Opinion sur les *Rayons du Soleil*, que je ne crois pas *calorifiques* par eux-mêmes. M. DE SAUSSURE, qui a beaucoup fréquenté les Montagnes, regarde cette opinion comme un paradoxe, & la réfute ; mais je crois au contraire pouvoir ajouter aux considérations qui me l'ont fait naître, toutes les Observations & les Expériences, très-importantes en elles-mêmes, qu'il juge lui être opposées.

J'ai trouvé dans ce même Ouvrage un autre Chapitre météorologique qui m'a extrêmement frappé : c'est celui qui est intitulé, *Recherches sur l'Électricité atmosphérique*. Il me paroît de la plus grande importance sur cet objet, & un modèle d'Observations & d'Expériences : je ne me rappelle pas du moins d'avoir rien lu qui donnât une idée si nette ni si certaine des Phénomènes ordinaires des *Conducteurs aériens*. Mais ces Observations m'ont particulièrement intéressé, en ce que j'ai cru y voir la preuve de mon Systême, tant sur la nature du *Fluide électrique* que sur sa formation. D'après ce Systême, le *Fluide électrique* se forme & se détruit ; il peut entrer dans la composition

d'autres *Fluides atmosphériques*, comme il peut procéder de leur destruction : ainsi sans doute la Source principale de ce *Fluide*, l'Atmosphère, peut quelquefois en contenir moins que le Réservoir où il se verse, savoir le Sol. Cependant l'*Air*, au sein duquel il se forme, étant un *Fluide non-conducteur*, doit presque toujours en contenir un petit excès comparativement au *Sol* & même aux *Vapeurs aqueuses* ; & il en résulte, qu'à moins qu'il ne s'en fasse des absorptions dans son propre sein par de nouvelles combinaisons, il doit rester long-tems un peu *positif*. Or il me semble, que tous les Phénomènes d'*Électricité aérienne* rapportés par M. DE SAUSSURE, sont conformes à ce Systême ; c'est-à-dire, qu'ils sont simplement *électrophoriques*. Je considère donc l'Atmosphère comme un grand *Électrophore*, presque toujours *positif* comparativement au Sol ; par où s'expliquent très-aisément ces Phénomènes, qui au contraire me paroissent inexplicables par une communication réelle de *Fluide électrique*. Mais cela demande d'être développé.

Enfin M. DE SAUSSURE a publié à la fin de ce Volume, un Mémoire de M. JEAN TREMBLEY sous le titre, d'*Analyse de quelques Expériences faites pour la détermination des hauteurs par le*



*moyen du Baromètre.* Je ne pensois pas de revenir à ce sujet, à moins que d'y être conduit par quelque nouvelle observation. Les recherches qui le concernent m'avoient fait suivre tant d'autres branches de Physique, que déjà dans mon Ouvrage sur les *Modifications de l'Atmosphère*, il n'étoit devenu qu'une occasion d'acquiescer toutes ces branches; & je n'y ai songé dès-lors, que dans quelques occasions particulières où je pouvois soumettre ma Formule à l'Expérience. Mais ce Mémoire m'oblige à rappeler aux Physiciens quelques Principes relatifs à l'objet qu'il traite, parce qu'il les feroit peut-être oublier.

M. TREMBLEY ne s'est occupé que de deux parties de ma Règle, qu'il croit être absolument *distinctes* l'une de l'autre, & qu'il définit; la *Correction pour la Chaleur de l'Air*, & le *Point où cette Correction est nulle*. Sur la première de ces parties il a cru voir, d'après des Expériences de M. le Chev. SHUKBURGH & de M. le Général ROY, que ma *Correction* étoit trop petite; & partant de ces Observations, il l'a augmentée dans le rapport d' $\frac{1}{215}$  à  $\frac{1}{192}$  pour 1° de mon Échelle ordinaire. Quelque intérêt que j'eusse pris aux Expériences de ces Messieurs, avec qui je m'en étois souvent entretenu, &

dont j'avois eu même en main les Mémoires avant qu'ils fussent imprimés dans les *Transf. philos.* je n'avois point examiné le rapport de leurs Règles avec leurs propres Expériences ; car ce n'étoit pas là ce qui m'avoit paru le plus intéressant. Ces Mémoires servoient de confirmation à ce que j'avois dit moi-même ; que les variétés des résultats des Expériences les mieux faites de ce genre, annonçoient l'action d'autres Causes, indépendamment de celles dont on y tenoit compte ; j'espérois qu'à l'exemple de ces Physiciens distingués, d'autres Physiciens entreroient dans la même carrière, pour tirer de la *Mesure des hauteurs par le Baromètre* un moyen de découvrir les diverses Modifications de l'Air : à quoi ces Messieurs concluoient eux-mêmes dans leurs Mémoires, en pressant les mêmes considérations que moi. Telles furent les idées qui m'occupèrent alors, & qui écartèrent celles de Calcul. Mais ayant bientôt apperçu dans le Mémoire de M. TREMBLEY, que tandis qu'il pensoit avoir pris *un milieu* entre les déterminations de ces Physiciens sur l'influence de la *Chaleur de l'Air*, il l'avoit fixée sensiblement plus grande que l'un & l'autre ; les calculs pénibles auxquels la forme de ce Mémoire m'a obligé pour remonter aux sources de ses

ses conclusions, m'ont fait découvrir en même tems, que les Observations dont il s'agit n'exigent aucun changement dans ma *Correction pour la Chaleur*; & que la différence qui se trouve entr'elles & les miennes n'influe que sur le *Point où la Correction est nulle*, dont la différence même est moins grande que ne l'a déterminée M. TREMBLEY. Quant au premier objet encore, m'étant rappelé que M. DE SAUSSURE avoit mentionné dans ses *Essais sur l'Hygrométrie* des Expériences relatives à l'effet de la *Chaleur* sur l'Air, j'y ai eu recours, pour savoir si elles donnoient un résultat semblable à la détermination de M. TREMBLEY: je les ai trouvées à la page 108 de cet Ouvrage, & en ayant réduit les résultats à l'expression de ma Règle, il en résulte; que la quantité déterminée  $\frac{1}{192}$  par M. TREMBLEY, n'est qu' $\frac{1}{236}$  d'après ces Expériences. Et ce qu'il y a de singulier, c'est que MM. DE SAUSSURE & TREMBLEY se trouvent ainsi différer avec moi de quantités presque égales en *sens contraires*; car le milieu entre leurs déterminations est  $\frac{1}{214}$ , & la mienne est  $\frac{1}{215}$ . Il m'en coûtera plus de mots pour ramener les choses à ce point, que n'en a employé M. TREMBLEY pour les en tirer; mais je crois que leur effet sera plus durable.

A l'égard de la fixation d'un *Point de Température* où les différences des Logarithmes des hauteurs observées du Baromètre donnent immédiatement les hauteurs des lieux par un Co-efficient déterminé, (ce qui forme l'autre partie de ma Règle dont M. TREMBLEY s'occupe) M. le Chev. SHUKBURGH M. le Gen<sup>l</sup> ROY & moi avions déclaré chacun séparément, que nous regardions une partie, au moins, de la différence qu'il y avoit à cet égard entre nous, comme étant due à ce qu'ils avoient observé à l'ombre le Thermomètre destiné à déterminer la Température de l'Air, au lieu que je l'avois observé au Soleil. C'étoit donc là un objet de Physique à discuter. M. TREMBLEY n'en parle qu'en passant ; il dit qu'on pourroit citer bien des Faits contre moi, & qu'il ne sait pas si j'aurai beaucoup d'Observateurs de mon avis : c'est ce dont nous jugerons, après que j'aurai discuté cet objet avec plus de soin que lui, en m'appuyant de quelques Expériences de M. DE SAUSSURE, qui prouvent (comme j'avois eu soin de m'en assurer avant que d'adopter cette Méthode) ; qu'un *Thermomètre de Mercure à boule isolée* exposé en plein air au Soleil, n'exprime sensiblement d'autre degré de Chaleur que celui de l'air environnant. Or c'est ce degré de Chaleur qu'on cherche, quand l'air est



traversé par les *Rayons du Soleil* ; & chacun peut comprendre par sa propre expérience, qu'on ne l'a sûrement pas, quand on observe le Thermomètre à l'ombre.

Je dois d'autant plus revenir à l'examen de cet objet, qu'il intéresse l'Astronomie pratique, à cause des *Réfractions*. La quantité de cet effet est déterminée par la dernière couche d'*Air* que traversent les Rayons des Astres, & cependant on n'a jamais songé à y placer le Thermomètre ; quoique ensuite on emploie l'indication de cet Instrument, pour corriger les *Réfractions moyennes* en conséquence des changemens que la *Chaleur* a dû produire dans la *densité* de l'*Air* traversé par ces Rayons. Il me paroît donc, que cette manière d'observer la *Chaleur* est défectueuse en elle-même, qu'elle doit influer plus ou moins sur une grande partie des Observations astronomiques, & qu'elle peut même avoir affecté la détermination des *Réfractions moyennes*. C'est ce que je représentois aux Astronomes dans un Mémoire que j'eus l'honneur de communiquer, à la Société Royale de Londres en Mars 1779, & à l'Académie Royale des Sciences de Paris en Fev. 1780. Plusieurs objets généraux que je traitois dans ce Mémoire, se trouvent déjà renfermés dans l'exposition de mes *Idées de Météorologie* ; &



je me propose de joindre ce qui intéresse immédiatement les *Réfractions*, aux autres objets indiqués ci-dessus comme devant composer le Second Volume de cet Ouvrage, qui ne tardera pas d'aller sous presse.

Entre les sujets que je reprendrai dans l'Appendice de ce nouveau Volume, soit d'après les remarques que j'ai déjà reçues sur celui-ci, soit à l'occasion de nouveaux Faits, soit enfin par la facilité de les traiter séparément, les principaux sont : la *Sécheresse des Vapeurs de l'Eau bouillante* ; le principe du second de mes *Hygromètres*, dont je n'avois parlé qu'en passant ; le *Maximum du Feu* ; les *Figures électriques* de M. le Prof. LICHTENBERG, sur lesquelles j'ai quelques nouveaux Faits à rapporter, ayant eu la satisfaction de m'en entretenir de nouveau avec cet ingénieux Physicien dans mon dernier Voyage ; enfin la production de l'*Eau* par la Lampe de M. ARGAND.

Sur ce dernier objet j'ai déjà reçu de plusieurs personnes des objections qui ont pour moi beaucoup de poids. En parlant des avantages de cette *Lampe* (§ 195 & suiv.) j'ai attribué en grande partie la rapidité du Courant d'Air qui passe autour & au-dedans de la flamme, à des

*Vapeurs aqueuses* très-chaudes, dont le mélange avec l'air augmente beaucoup la rupture de l'équilibre entre la Colonne d'Air où se trouve la flamme & les Colonnes voisines. Il n'y a pas d'objection sur ce point ; il est établi sur une Expérience directe de M. ARGAND. Mais d'après les autres Phénomènes de cette *Lampe*, j'ai pensé de plus ; que ces *Vapeurs aqueuses* sont dues en grande partie à la décomposition de l'*air déphlogistiqué*, qui s'unit & se détruit avec l'*air inflammable* de l'Huile. D'où il résulteroit selon moi, que cette *Lampe* devoit former moins d'*air fixe* que les Lampes ordinaires, en même tems qu'elle produisoit plus de *Clarté* & de *Chaleur*. C'est sur cette Hypothèse que portent les objections dont je parle : on m'oppose ; que toute combustion de *Substance végétale* produit nécessairement de l'*Air fixe* ; & que l'*Eau* recueillie dans l'Expérience de M. ARGAND, ne vient que de la décomposition de l'Huile dont elle faisoit partie.

Ces objections, dis-je, ont beaucoup de poids pour moi, tant en elles-mêmes, qu'à cause des personnes qui me les ont faites : toutefois j'avoue qu'elles ne me paroissent pas péremptoires. Il y a de l'*Eau* en nature dans l'*Huile*, cela n'est pas douteux ; mais on ne m'a pas

montré, qu'il y en eût autant, ni même à beaucoup près, que l'Expérience de M. ARGAND en suppose. Il est vrai aussi, que dans toute combustion de *Substance végétale* dont on recueille les Produits, on reçoit de l'*Air fixe*. Mais ce n'est plus le même Phénomène ; car pour recueillir ces Produits, il faut des Récipients : & dès-lors la *Lampe d'Argand* ne subsiste plus ; car ce qui la distingue, est la rapidité de son courant d'air, qui cesse dans ces Appareils. M. ARGAND a des vues pour un Appareil d'une construction particulière, où l'on pourra recevoir tous les Produits de la Lampe sans diminuer la rapidité du courant d'air. C'est-là ce me semble le seul moyen de décider la question d'une manière démonstrative. J'apprendrai avec intérêt tout ce que cet article pourroit faire imaginer pour ou contre mon Opinion, & j'en ferai mention dans l'Appendice à mon second Volume.

Mais je ne dois pas renvoyer jusqu'à ce tems-là deux autres remarques que j'ai reçues, parce qu'elles ont pour objet le sens de quelques expressions. La première regarde le § 93, où je résume ce que j'avois conclu dans les précédens d'une Expérience hygrométrique de M. DE SAUSSURE. On trouve que ce paragraphe est

obscur, & j'en ai jugé de même en le relisant. Je vais donc y ajouter quelques éclaircissémens, après avoir fait ici une remarque générale. Le Systême d'Hygrologie de M. DE SAUSSURE m'embarasse toujours quand je veux l'appliquer aux Phénomènes mêmes qu'il rapporte, à cause d'une ambiguïté qui se trouve dans la double idée, de *Vapeurs* formées d'abord & existantes comme telles dans l'Air, & de *Vapeurs dissoutes* par une combinaison intime de leurs élémens avec les élémens de l'air, soit par une vraie dissolution chimique. C'est ainsi qu'il l'énonce au § 191, & ses *Théories* de l'Évaporation & de l'Hygrométrie ont pour base cette dissolution : cependant il considère quelquefois les *Vapeurs* comme séparées de l'Air, dans les Phénomènes qui les intéressent en commun ; & voilà d'où procède mon embarras. C'est principalement dans les applications de son Systême à la Météorologie, que cette ambiguïté se manifeste ; & par cette raison j'ai renvoyé les détails qui la concernent à ma III<sup>e</sup> Partie, dont la Météorologie est l'objet. Cependant la même difficulté règne dans l'Hygrométrie ; & elle m'a embarrassé en traitant l'objet du paragraphe dont il s'agit, que je vais rappeler maintenant, en tâchant d'éclaircir l'analyse que j'en ai faite.



M. DE SAUSSURE ayant placé son *Hygromètre* sous un récipient où l'Air fut amené d'abord très-près de l'*Humidité extrême*, pompa successivement cet Air, par huitièmes de sa quantité primitive ; observant à chaque fois le changement qui arrivoit à l'*Hygromètre*. L'effet général fut, qu'il marcha de plus en plus vers la *Sécheresse* ; mais avec cette circonstance particulière, que la marche du *dessèchement* parut croissante, comparativement à celle de la raréfaction de l'air : j'en ai donné les détails au § 84. M. DE SAUSSURE regarde ce Phénomène comme une confirmation de son Systême d'une *vraie dissolution des Vapeurs par l'air*. C'est donc là ce que j'examine.

J'ai remarqué d'abord, que cette application faite par M. DE SAUSSURE de son Systême au Phénomène dont il s'agit, offre deux Hypothèses distinctes : l'une, que je nomme *principale*, est le Systême lui-même, soit la *dissolution des Vapeurs par l'Air* ; l'autre *secondaire*, &c qui n'en découle point réellement, est celle qu'il emploie pour expliquer la marche de son *Hygromètre* dans le Phénomène, savoir : que *d'après les Loix générales de l'Attraction, l'Air doit attirer les Particules des Vapeurs avec moins de force, lorsqu'il est rare que lorsqu'il est dense* ;



& je rapporte au § 86 son raisonnement pour expliquer la marche de l'Hygromètre d'après ce Principe. Ne considérant d'abord que l'Hypothèse *principale*, je montre; que si elle étoit fondée, l'*Humidité* ne devoit point changer dans le *Récipient* lorsqu'on y raréfie l'Air : c'est l'objet du § 89. Venant ensuite à l'Hypothèse *secondaire*, je fais voir au § 92; que sa conséquence seroit, une *augmentation* de l'*Humidité*, au lieu de la *diminution* indiquée par le Phénomène. Le § 91 est destiné à montrer; que pour expliquer cette *diminution*, il faut revenir à mon Système, soit à la *dissolution de l'Eau par le Feu*, formant des *Vapeurs* absolument indépendantes de l'Air. Mais comme dans ce Système, appuyé par tous les Faits, on ne voit point de Cause d'une marche croissante de *dessèchement*, tant qu'on suppose avec M. DE SAUSSURE, que des portions égales d'air pompées, sont accompagnées de portions de *Vapeurs* égales aussi entr'elles, je regarde ce Phénomène de son *Hygromètre* comme une nouvelle preuve de ce que j'ai établi en l'examinant, savoir; que sa marche vers la *Sécheresse* est croissante, comparativement à des *dessèchemens* égaux entr'eux : ce qui forme la conclusion du § 93, où tout cet ensemble, que j'avois voulu y renfermer, ne se présentoit pas assez clairement; mais j'y reviens dans la III<sup>e</sup> Partie.

Le second objet à l'égard duquel mes expressions n'ont pas présenté le sens dans lequel je les ai employées, & où il est essentiel que je m'explique, regarde un Physicien célèbre, que je considère véritablement, & sur les découvertes duquel deux de mes amis ont trouvé, que je ne m'exprimois pas d'une manière convenable. J'ai dit au § 210 : " Le Dr. BLACK est le premier qui aît *tenté de déterminer* la Chaleur qu'absorbe la Glace en se liquéfiant." Et au § 249 : " Le Dr. BLACK est encore le premier qui aît *tenté de déterminer* ce qu'il nomme la Chaleur latente des Vapeurs, & que je nommerai la quantité de Feu latent dans les Vapeurs aqueuses." Or voici ce que m'écrivit M. WATT le 28 Mai dernier, après avoir lu cette partie de mon Ouvrage qui se trouvoit déjà imprimée.

" Permettez, mon cher Monsieur, que je fasse les observations suivantes sur la partie de votre présent Ouvrage qui regarde mon ami le Dr. BLACK. Vous dites, p. 177, qu'il fût le premier qui *tenta de déterminer* la Chaleur qu'absorbe la Glace en se liquéfiant : d'où l'on pourroit inférer, qu'il étoit connu avant lui, qu'une grande quantité de Chaleur étoit absorbée dans cette circonstance. Je ne

“ prétend point connoître tout ce qui avoit pu  
“ passer dans l'esprit de Physiciens ingénieux,  
“ ni même tout ce qui pourroit avoir été publié  
“ à cet égard : je ne parle que de ce qui m'est  
“ connu, & qui me fait croire ; que le Dr.  
“ BLACK est le premier, qui se soit formé une  
“ idée déterminée de la Cause du *Froid* pro-  
“ duit par la fonte de la Glace, & qui ait  
“ démontré, que la Chaleur qui semble alors  
“ perdue, est entrée dans l'Eau formée, dont  
“ elle est devenue une des *parties constituantes*,  
“ cessant alors d'agir sur le Thermomètre : ce  
“ qui la lui fit nommer *Chaleur latente*.

“ Il découvrit aussi ; que quand l'Eau bouil-  
“ lante se convertit en Vapeur, une quantité de  
“ Chaleur plus considérable encore est absorbée ;  
“ laquelle de même, n'agit plus sur le Thermo-  
“ mètre jusqu'à ce que la Vapeur vienne à se  
“ décomposer : mais qu'alors cette Chaleur re-  
“ devient *sensible* ; la Vapeur échauffant de  
“ l'Eau moins chaude qu'elle, plus que ne  
“ l'auroit fait une quantité d'Eau de même  
“ Chaleur *sensible* & même poids. Il a en-  
“ seigné publiquement l'un & l'autre de ces  
“ Faits, comme Professeur de Chymie, dès  
“ l'Hiver de 1757 à 1758, ou au plus tard  
“ dans celui de 1758 à 1759. Je ne les ai

“ appris de lui-même qu'en 1762 ou 1763 ;  
“ mais je suis sûr qu'il les enseignoit déjà  
“ alors depuis plusieurs années.

“ Il avoit été conduit à la première de ces  
“ découvertes, en considérant ; que dans la Mi-  
“ nute qui précédoit le moment où une masse  
“ de Glace arrivoit à  $32^{\circ}$ , sa Chaleur croissoit  
“ encore sensiblement ; tandis que dans la Mi-  
“ nute qui succédoit & les suivantes, elle ne  
“ recevoit aucune addition sensible de Chaleur  
“ jusqu'à ce qu'elle fût entièrement fondue :  
“ quoiqu'il fût évident, que les Corps voisins  
“ continuoient à lui communiquer, dans un  
“ tems donné, autant de Chaleur qu'ils l'avoient  
“ fait auparavant. Cette Chaleur donc, ne pro-  
“ duisant aucune augmentation dans la Chaleur  
“ *sensible*, devoit entrer dans l'Eau qui se for-  
“ moit de la Glace, comme *partie constituante*  
“ de la Substance ainsi modifiée.

“ Il raisonna de la même manière sur l'Ébul-  
“ lition de l'Eau, considérant ; que la même  
“ quantité de Chaleur reçue par l'Eau durant  
“ la Minute qui précédoit l'instant de l'Ébul-  
“ lition , devoit y entrer durant la Minute  
“ d'après & toutes les suivantes ; & que ce-  
“ pendant, tandis que dans la Minute d'avant

“ la Chaleur augmentoit, elle ne recevoit en-  
“ suite aucune augmentation. De sorte que toute  
“ la Chaleur qui continuoît à entrer dans cette  
“ Eau, devoit être emportée par la Vapeur,  
“ étant devenue une *partie constituante* de la  
“ Substance dans cette nouvelle Modification ;  
“ car, s’il suffisoit que l’Eau fût échauffée à  
“ 212° pour se convertir en Vapeur, au lieu de  
“ *bouillir* alors, elle feroit une soudaine *Explo-*  
“ *sion*. Tels furent dis-je les raisonnemens  
“ qui conduisirent le Docteur à des Expériences  
“ plus précises.

“ J’espère, mon cher Monsieur, que vous  
“ n’imaginerez pas que dans ce que je viens  
“ de dire j’aie intention de diminuer le mérite  
“ de ce que vous avez déjà publié sur cet objet.  
“ Mais vos *Recherches sur les Modifications de*  
“ *l’Atmosphère* ne parurent que long-tems après  
“ que le Dr. BLACK eut enseigné publiquement  
“ ses Théories ; & nous n’apprîmes rien en  
“ Écossé de vos découvertes, que fort peu de  
“ tems avant que l’Ouvrage même nous par-  
“ vînt. Au § 438 vous avez dit ; qu’il n’y  
“ avoit point d’augmentation de Chaleur dans  
“ les Vases contenant de la Glace fondante,  
“ jusqu’à ce qu’elle fût toute fondue. Vous  
“ aviez donc remarqué le Fait ; & je ne doute



“ point que sa conséquence ne vous soit venue  
 “ à l'esprit, quoique vous ne l'ayez pas expri-  
 “ mée dans cet Ouvrage. Au § 676 vous  
 “ parlez distinctement de la *Chaleur latente* des  
 “ *Vapeurs*, quand vous dites : *le Feu quitte ces*  
 “ *Matières* (combustibles) *pour se joindre à*  
 “ *l'Eau, il la réduit en Vapeurs & s'échappe*  
 “ *avec elles* : au § 684 vous énoncez le même  
 “ système, en attribuant toute Évaporation à  
 “ l'union du Feu avec l'Eau ; & au § 693 vous  
 “ assignez cette Cause au *réfroidissement* des Li-  
 “ quides qui s'évaporent. Mais vous n'aviez  
 “ fait aucune Expérience pour démontrer cette  
 “ Théorie, ou pour montrer la quantité de  
 “ Chaleur qui s'unissoit par-là avec l'Eau. En  
 “ général, les Théories que renferme cet Ou-  
 “ vrage diffèrent de celles du Dr. BLACK à  
 “ quelques égards essentiels : & quoiqu'il en  
 “ soit du mérite de vos découvertes respectives,  
 “ il vous appartient à chacun distinctement ;  
 “ car il n'y a nulle apparence que vous ayez  
 “ emprunté les idées l'un de l'autre.

“ Vous dites à la p. 215 ; que le Dr. BLACK  
 “ se contenta d'avoir découvert que la Vapeur  
 “ de l'Eau qui boût contenoit une grande  
 “ quantité de Chaleur latente ; *mais, ajoutez-*

“ vous, son ami M. WATT, à qui ces Expériences  
“ furent communiquées par leur inventeur, ayant  
“ bientôt songé à les rendre utiles à la puissante  
“ Machine où les Vapeurs de l'Eau bouillante  
“ jouent un si grand rôle, apporta le plus grand  
“ soin à cette détermination. Voici le fait plus  
“ exactement.—Le Dr. BLACK chercha d'abord  
“ la quantité de Chaleur latente des Vapeurs,  
“ en comparant le tems qu'une certaine masse  
“ d'Eau demeuroit à s'échauffer de 60 à 212°,  
“ avec celui qui s'écouloit jusqu'à ce qu'elle fût  
“ entièrement évaporée ; ayant soin d'entretenir  
“ le feu au même degré durant tout ce tems.  
“ Il fit faire ensuite l'Expérience par un de ses  
“ Disciples, au moyen d'un Alambic à Serpen-  
“ teau ; mesurant la quantité d'Eau distillée &  
“ sa Chaleur, & comparant ces quantités à celle  
“ de l'Eau qui environnoit le Serpenteau & à  
“ la Chaleur qu'elle avoit acquise. Le résultat  
“ de cette Expérience fut le même que je trou-  
“ vai par la même route lorsque je commençai  
“ à m'occuper de l'objet, & il ne différa que  
“ d'environ 100° du résultat que j'eus ensuite  
“ en employant toutes les précautions néces-  
“ saires : différence bien petite, pour une pre-  
“ mière Expérience sur un objet si délicat,  
“ puisqu'elle n'est que d'environ  $\frac{1}{10}$  du tout,

“ Je n’ai donc eu d’autre mérite dans ces  
“ recherches, que celui d’avoir varié & répété  
“ souvent la même espèce d’Expériences ; &  
“ cela parce qu’il m’importoit de connoître  
“ *exaëtement* la quantité de Chaleur latente con-  
“ tenue dans la Vapeur de l’Eau bouillante ;  
“ exactitude qui n’étoit point nécessaire au Dr.  
“ BLACK pour établir sa Théorie. J’ai été  
“ d’autant plus précis sur ce sujet, qu’on n’a  
“ point apprécié les découvertes du Docteur  
“ comme elles le méritent, & que son extrême  
“ modestie a permis à d’autres, de donner comme  
“ leur appartenant, des Théories qu’ils avoient  
“ apprises de lui-même ou de ses Disciples.  
“ Or j’aurois peur que le passage de votre Ou-  
“ vrage que je viens de rapporter, ne me rangeât  
“ dans ce nombre. C’est pourquoi je vous prie  
“ d’insérer dans votre Appendice la traduction  
“ de cette Lettre, comme étant un acte de jus-  
“ tice envers le Docteur & envers moi.”

Je me faisois déjà un vrai plaisir de publier cette histoire authentique des découvertes & des idées du Dr. BLACK ; quoique les craintes de M. WATT me parussent peu fondées ; lorsque je reçus une autre lettre à ce sujet d’un de mes amis qui, dans un assez long séjour à Edimbourg, s’est lié avec le Dr. BLACK, & connoît très-bien

toutes ses Expériences. Je n'avois pu trouver encore dans mes expressions que le sens dans lequel je les avois employées, mais je vis certainement alors, qu'elles étoient susceptibles d'un autre sens. Voici cette Lettre.

“ Mes remarques concernant le Dr. BLACK  
“ portent, 1°. sur le mot *tenté*, employé dans  
“ les deux articles où vous parlez de ses décou-  
“ vertes ; mot qui me paroît désigner trop foi-  
“ blement les Recherches suivies & métho-  
“ diques du Docteur ; 2°. sur ce que votre  
“ Théorie du *Feu latent* étant la même que  
“ celle qu'il est reconnu pour avoir enseignée le  
“ premier sous l'expression *Chaleur latente*, plu-  
“ sieurs personnes trouveroient que vous ne lui  
“ en faites pas honneur d'une manière assez  
“ expresse. Les Critiques seroient peut-être  
“ d'autant plus portés à prendre feu là-dessus,  
“ que le digne & modeste Docteur ne le feroit  
“ certainement pas lui-même. Il donne tous  
“ les ans dans ses Cours, l'historique de ses  
“ anciennes recherches sur la Chaleur & de  
“ celles des autres qui y ont du rapport, avec  
“ une simplicité & une candeur bien peu com-  
“ munes. Vos Expériences & vos vues y sont  
“ citées comme vous appartenant ; quoique  
“ vous les ayez publiées long-tems après qu'il

“ avoit commencé à enseigner ses propres dé-  
“ couvertes. Il parut chez NOURSE, en 1770,  
“ sous le titre *Enquiry into the general Effects of*  
“ *Heat*” (Recherches sur les Effets généraux de  
la Chaleur), “ un extrait informe d’une partie  
“ de ses Leçons, contenant à-peu-près tout ce  
“ qu’il professe sur cette Théorie. Une Ex-  
“ périence qu’il attribue dans ses Leçons à  
“ M. WATT, y est rapportée à la première  
“ personne; ce qui avoit porté quelques lec-  
“ teurs à penser, que M. WATT en étoit l’Au-  
“ teur. Mais le Docteur ne s’y est point mé-  
“ pris; & notre ami ne connoissoit pas même  
“ la brochure quand je lui en ai parlé.

“ Pour en revenir à ce que je desirerois que  
“ vous dissiez du Dr. BLACK, vous le compren-  
“ drez vous-même maintenant mieux que je ne  
“ pourrois vous l’indiquer, & je m’en rapporte  
“ à vous.”

Je ne pouvois plus douter que l’expression  
*a tenté le premier de déterminer* ne fût susceptible  
du sens que mes deux amis avoient craint sépa-  
rément qu’on ne lui attachât. J’aurois pu la  
changer dans l’Errata, ou *cartonner* les Feuilles  
qui la renferment; mais les deux Lettres qui  
me faisoient appercevoir ce défaut me parurent  
si intéressantes en elles-mêmes, que je préférâi



de laisser subsister cette expression, en l'expliquant, pour avoir occasion de les publier.

Lorsque j'ai traité dans cet Ouvrage des deux objets de Physique dont il s'agit, je ne m'occupois point de *priorité*, je faisois simplement l'histoire de mes idées. J'avois fait usage dans mes *Recherches sur les Modif. de l'Atm.* d'Expériences que j'avois faites dans l'Hiver de 1754 à 1755 sur les Phénomènes de *Chaleur* qu'offre la *Glace* quand elle *se forme* & quand elle *se fond*, ainsi que d'observations que j'avois eu occasion de faire en 1756 sur le *Feu* que manifestent les *Vapeurs*. Au premier égard je n'allai pas plus loin dans ce tems-là ; mais au second je fondai dès-lors un Systême sur le double objet, du *Feu* manifesté par les *Vapeurs* qui se décomposent, & de celui que perdent les Liquides en s'évaporant. Les *Vapeurs de l'Eau bouillante*, celles dont s'est occupé le Dr. BLACK, ne furent pas pour moi un objet particulier d'attention (quoique je parlasse beaucoup de l'*Eau bouillante* elle-même) ; parce que dès ce tems-là, j'assimilai entr'elles toutes les espèces de *Vapeurs aqueuses* ; cherchant à établir comme Proposition générale : “ que toute *Eau* qui s'élève  
“ dans l'*Air*, a le *Feu* pour Véhicule, & que  
“ l'*Air* lui-même n'entre pour rien dans au-  
“ cune espèce d'*Évaporation*.” L'expression

latine *latens*; que le Dr. BLACK a si heureusement appliquée à ces Phénomènes, & que j'ai employée dans cet Ouvrage en changeant seulement le mot *Chaleur* en celui de *Feu*, ne m'étoit pas venue à l'esprit; mais je disois : *que toute Vapeur aqueuse étoit la réunion des Particules du Feu avec celles de l'Eau.* Ma Proposition générale parut un paradoxe, & l'on y fit peu d'attention; tandis que je n'ai pas cessé de m'en occuper dès-lors, ainsi que de toutes les combinaisons du *Feu* avec d'autres Substances.

Rassemblant donc aujourd'hui les résultats, tant de la continuation de mes Recherches, que des nouvelles découvertes faites sur ces objets, j'ai cité naturellement d'abord l'Ouvrage où j'avois commencé à en traiter. Si les idées qu'ils me fournissoient en abondance m'avoit laissé songer aux Origines, j'aurois sans doute eu soin de dire; que ce que j'avois observé en 1755 & 1756, avoit été découvert par le Dr. BLACK d'une manière plus directe en 1757 ou 1758; sans qu'il eût pu avoir aucune connoissance de mes Recherches, puisque fort peu de personnes les connoissoient, avant que M. DE LA CONDAMINE m'eût engagé à les communiquer à l'Académie dont il étoit Membre, ce qui n'eut lieu qu'en 1762; à quoi j'aurois sûrement ajouté : *mais de plus,* " le Dr. BLACK est le premier qui

“ aît entrepris de déterminer les quantités de  
“ Feu absorbées, par l'Eau qui se forme de la  
“ Glace, & par la Vapeur de l'Eau qui boût ;  
“ & y étant parvenu, il a nommé ces quanti-  
“ tés, *Chaleurs latentes* de l'Eau & des Va-  
“ peurs de l'Eau bouillante.” Je sens que j'au-  
rois dû entrer dans ces détails, pour prévenir  
les interprétations auxquelles mes expressions  
pouvoient donner lieu ; & je le fais ici, avec  
reconnoissance pour ceux qui ont bien voulu  
m'en avertir, & par le sentiment d'une considé-  
ration sincère pour le génie & le caractère du  
Dr. BLACK. Et ç'a été pour moi une vraie  
satisfaction, que d'avoir dans la lettre de son ami  
M. WATT la certitude, que le Sytème des  
combinaisons du Feu, comme devenant *partie*  
*constituante* de certaines Substances, l'avoit dès  
ce tems-là pour défenseur, comme il a eu  
depuis M. LAVOISIER ; me sentant bien plus  
ferme dans mon Opinion à cet égard, dès  
qu'elle m'est commune avec des Physiciens de  
ce rang.

Je terminerai cet Appendice par la traduction  
de deux Lettres que j'ai reçues du Dr. CRAW-  
FORD. La première, du 14 Juillet dernier, est  
relative aux Expériences dont il étoit occupé  
lorsque j'écrivois le § 168, & dont je l'avois prié  
de me communiquer le succès. “ Voici (me

“ dit-il) en quoi consistent ces nouvelles expé-  
“ riences. J’ai introduit quantités égales d’*Air*  
“ *commun* & d’*Air déphlogistiqué* dans deux Vases  
“ de Cuivre semblables & accouplés, de la con-  
“ tenance de 22 onc. d’eau. Deux Vases de  
“ Fer-blanc, contenant chacun 22 onces d’Eau,  
“ étoient situés de manière qu’ils pouvoient rece-  
“ voir en même tems les deux premiers Vases,  
“ qui, plongés dans cette Eau, la faisoient élever  
“ près du bord des Vases de fer-blanc, en étant  
“ alors eux-mêmes couverts. Les Vases de Fer-  
“ blanc étant à la temp. de  $59^{\circ} 5$  de *Fabr.* j’y  
“ plongeai les Vases de cuivre élevés à  $170^{\circ} 5$ , &  
“ j’observai les échauffemens des deux quantités  
“ d’Eau, avec des Therm. dont chaque *degré* étoit  
“ actuellement divisé en dixièmes. Le résultat  
“ de nombre d’Expériences semblables, d’accord  
“ entr’elles, & dont j’ai écarté les causes d’erreur  
“ avec le plus grand soin, est ; que la Chaleur  
“ communiquée par le Vase contenant l’*Air depbl.*  
“ a été de  $0^{\circ} 2$  plus grande que la Chaleur com-  
“ muniquée par celui de l’*Air com.* Cette dif-  
“ férence a eu lieu au centre de l’Eau comme à  
“ sa surface, & quand les Vases de fer-blanc se  
“ sont trouvés au même degré de Chaleur que  
“ la Chambre, elle a subsisté environ 12 min.  
“ après que les Vases de cuivre avoient été  
“ retirés.” Le Dr. CRAWFORD fait mention des  
deux dernières circonstances pour me montrer,

que ces Expériences n'étoient pas sujettes à des causes d'illusion que j'avois trouvées dans les premières de même espèce ; ce qui est vrai : mais en les prévenant, la différence de la Chaleur communiquée s'est trouvée de moitié moindre.

La Seconde Lettre du Dr. CRAWFORD est du 13<sup>e</sup> de ce mois (Nov.). Je lui avois demandé s'il desiroit que je fisse mention des Expériences ci-dessus ; à quoi il a consenti, en ajoutant : “ Je  
“ vous ferois aussi obligé de dire ; que je me  
“ propose de publier bientôt une nouvelle Edition de mes *Exp. & Obs. sur la Chaleur animale & sur l'Inflammation & Combustion des Corps*. J'y donnerai une exposition abrégée  
“ de votre Système & de celui de M. LAVOISIER  
“ sur la combinaison chimique du Feu avec  
“ d'autres Corps, & je tâcherai de répondre aux  
“ argumens que vous employez, pour lui attribuer des Phénomènes que je crois provenir  
“ de différences de *Capacité*. Je suis bien sûr  
“ qu'un dissentiment sur des objets spéculatifs  
“ n'a rien de commun chez nous avec l'estime  
“ personnelle . . . ” Si cet Ouvrage du Dr. CRAWFORD paroît avant la publication de mon 2<sup>d</sup> Vol. j'en ferai sûrement mention, & l'on y verra au moins, que nous sommes d'accord sur le dernier article de sa lettre.

FIN DU PREMIER VOLUME.









